Publicaciones CEKIT S.A.

EDICION INTERNACIONAL Nº 64

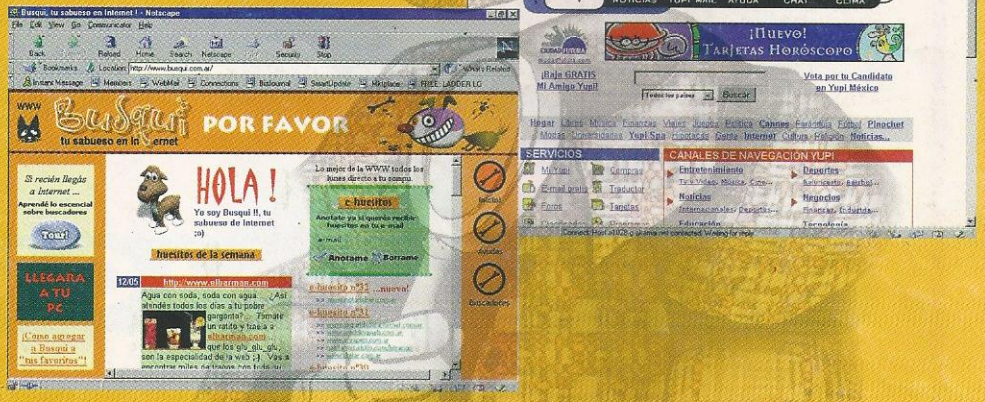
Electrónica & Computadores

• PROYECTOS • TECNOLOGIA • APLICACIONES PRACTICAS • TEORIA

Incluye

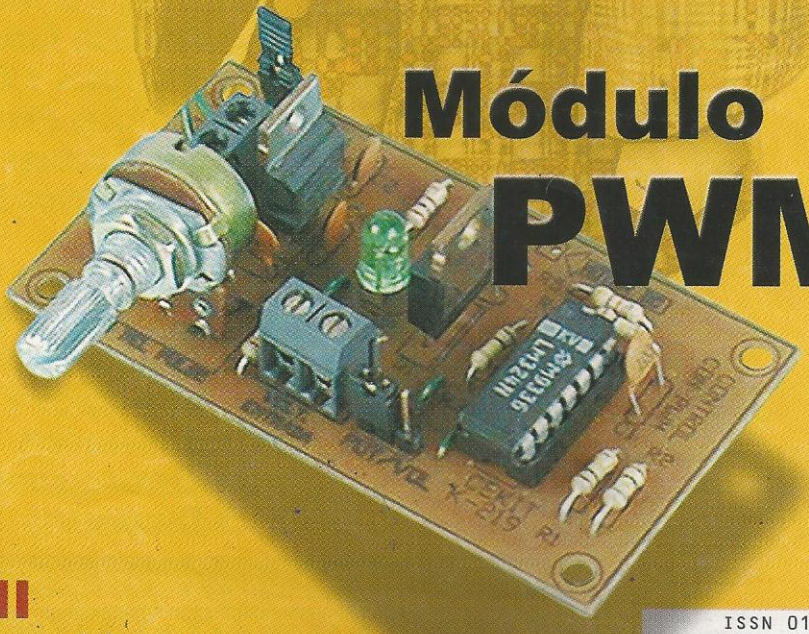
Mantenimiento, Reparación, Actualización e Instalación de COMPUTADORAS

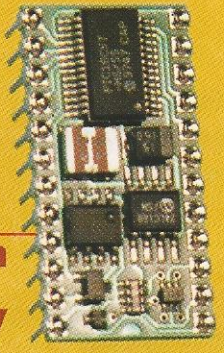
Buscadores en español



Instalación de StarOffice

Módulo PWM





Control con HP48 y el Basic Stamp II

ISSN 0121-9138

0064

9 770121 913008

• Argentina $ 3.90 • Bolivia $ • Chile $ 1.490 • Colombia $ 5.000 • Ecuador
• México $ 30.00 • Panamá $ 3.50 • Paraguay $ • Uruguay $ • Venezuela Bs. 2.200

G.M. ELECTRONICA S.A.

MAS DE 9000 ARTICULOS EN STOCK

CIRCUITOS INTEGRADOS

CONSULTE POR SERIES:
74XX/ABT/AC/ACT/ALS/AS/C/F/FCT/
H/HC/HCT/L/LS/S-CD40/45XX
TAMBIEN EN **SMD**
(MONTAJE SUPERFICIAL)

MEMORIAS: RAM-EPROM-
EEPROM-EEPROM FLASH-PROM

MICROPROCESADORES-
INTERFACE Y LINEALES

CONVERSORES:
ANALOGICO/ DIGITAL-
DIGITAL/ANALOGICO

TRANSISTORES

BIPOLARES

IGBT

MOSFET DE
POTENCIA

EFECTO DE CAMPO
UNIJUNTURA

ADEMAS
Amplia variedad en:

- Fusibles para Semiconductores
- Fusibles de Vidrio, Ceramicos y Termicos
- Relays de Estado Solido
- Tiristores y Triacs
- Motores Paso a Paso
- Ventiladores Miniatura
- Voltimetros Digitales
- Diodos
- Contadores
- Sensores de Presion
- Detectores de Proximidad (Inductivos y Capacitivos)
- Zumbadores
- Optoaisladores
- Disipadores

Véanos en internet: http://www.gmelectronica.com.ar

G.M. ELECTRONICA S.A.

Tte. Gral. J. D. Perón 2131 - (1040) Buenos Aires Tel. (011) 4953-0417 (LINEAS ROTATIVAS) Fax: (011) 4953-2971
E-mail: ventas@gmelectronica.com.ar

CONTENIDO

Editorial 2
Correo de los lectores 4

Electrónica

PROYECTOS

Modulador por ancho de pulso (PWM) 6
Fuente variable digital. Parte 2 11

ELECTRONICA INDUSTRIAL

Regulador automático de voltaje usando Lógica Difusa 16

ELECTRONICA PRACTICA

Cuaderno de experimentos 21
Circuitos & Aplicaciones 23
Circuitos básicos con transistores 25

TECNOLOGIA

Módulo de Control usando la HP48 y el Basic Stamp II 55
Protección en sistemas electrónicos distribuidos 59
El efecto de volante de los filtros de alto Q 63
Uso del ultrasonido en aplicaciones médicas. Parte 2 69
Qué hay de nuevo en 72
Rutas & Lugares 74

Mantenimiento, Reparación, Actualización e Instalación de **COMPUTADORAS**

HARDWARE

Web hosting 129
Novedades 132
Accesorios para la captura de datos en los PDA 133
Problemas & Soluciones 135

SOFTWARE

Buscadores en español 169
Novedades 172
Problemas & Soluciones 173
Sistemas de autenticación y seguridad en Windows 2000 175

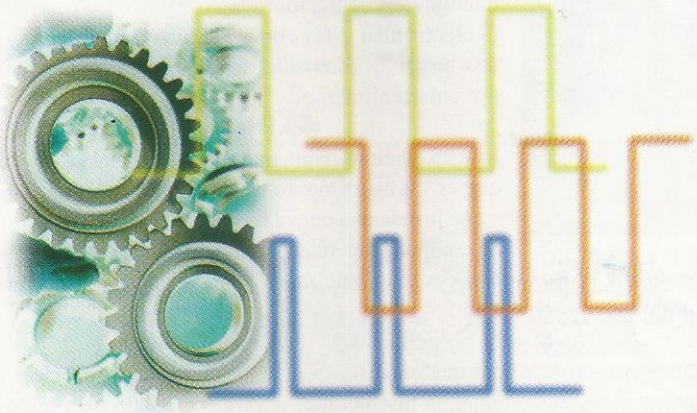
ACTIVIDADES PRACTICAS

Instalación del paquete de programas StarOffice 61

PROYECTO

Modulador por ancho de pulso (PWM) 6

Existen diferentes técnicas para implementar un modulador por ancho de pulso; ellas utilizan desde el CI 555 hasta microcontroladores y otros circuitos. En esta ocasión sugerimos un circuito basado en amplificadores operacionales, que se caracteriza por su buen manejo del ciclo de trabajo. Este proyecto le puede ser de gran utilidad en sus aplicaciones de control, ya sea de motores, de luminosidad, etc.



COMPUTADORAS

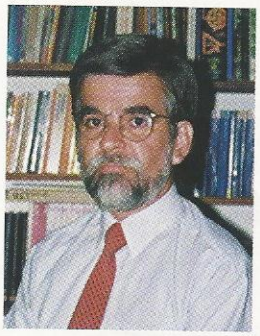
Accesorios para la captura de datos en los PDA 133

Para los usuarios de equipos PDA, indudablemente la mayor incomodidad se presenta cuando se necesita capturar información. Por este motivo, analizamos las alternativas que se consiguen en el mercado para hacer amena esta tarea, tanto a nivel de hardware como de software.

EDITORIAL

Esperamos amigos lectores que ya se hayan acostumbrado al nuevo formato de la revista incluyendo las secciones de teoría, reparación y mantenimiento de computadoras. Quisiéramos recibir por correo electrónico sus comentarios acerca de la fusión de las dos publicaciones manifestándonos qué temas quisieran que se publicaran con el fin de que este medio sea el mejor para Ustedes.

A los lectores y aficionados especialistas en computadoras y que nunca han incursionado en la electrónica, los invitamos muy cordialmente a que se ecerquen a esta maravillosa ciencia y que estamos seguros les gustará. Si desean empezar a conocer de qué se trata todo esto, tenemos en CEKIT una muy buena variedad de cursos con todos los temas: electrónica básica, electrónica digital, microprocesadores, microcontroladores; y para practicar, hay más de 100 kits para armar que son aparatos completos con su manual de instrucciones paso a paso. La persona que conozca la electrónica y las computadoras tiene muchas posibilidades de trabajar en sistemas de control, automatización o simplemente por entretenimiento.



En esta edición terminamos el proyecto «Fuente variable digital» que es un instrumento muy útil en cualquier banco de trabajo y que brinda una nueva forma de funcionamiento sólo disponible en equipos comerciales muy costosos. El otro proyecto, llamado «Módulo PWM de potencia» es muy sencillo y fácil de entender y de armar permitiendo una gran variedad de usos.

Para los usuarios de las calculadoras HP-48, se publica una configuración muy novedosa de hardware conectándola a un microcontrolador BasicStamp para realizar captura de señales análogas y/o para controlar cargas de alta o baja potencia agregando la interfaz apropiada. Para los que están empezando o ya conocen algo de electrónica básica, hay un artículo muy interesante sobre «Circuitos básicos con transistores» en donde se estudian casi todas las configuraciones que siempre estamos utilizando.

En cuanto a temas de mayor tecnología, hay un regulador de voltaje para generadores utilizando lógica difusa, el cual es uno de los sistemas modernos de control, basado en reglas de razonamiento similares al pensamiento humano.

En la sección de computadoras, detallamos lo que es Web Hosting y sus características, además, a la amplia gama de usuarios de equipos PAD, les presentamos la posibilidad de hacer más ameno el proceso de captura de información utilizando teclados externos o aplicaciones especializadas.

De otra parte, mostramos las características de los niveles de seguridad de red en Microsoft Windows 2000. Para los usuarios de Internet, presentamos una gran cantidad de páginas de búsqueda en español, más de las que usted se imagina.

Como actividad práctica, realizamos una instalación paso a paso del paquete de aplicaciones StarOffice de Sun Microsystems. Es una de las suites que día a día adquiere más adeptos gracias a que es completamente gratuito.

Felipe González

ecekit@avan.net

Junio 2000

Electrónica & Computadoras
Incluye COMPUTADO

Calle 22 N° 8 - 22 Piso 2
Teléfonos: (6) 3348187 - 3348179 - 3
(6) Fax: 3348020 A.A. 194
Pereira, Colombia, S.A.

http://www.cekit.com.co
e-mail: ecekit@col2.telecom.co

Gerente general
Jorge Hernán Alvarez H.

Gerente administrativo y finan
Marcelo Alvarez H.

Editor y Gerente técnico
Felipe González G.

Director Electrónica
Guillermo Ramos R.

Director Computadoras
Jesús Antonio Pineda R.

Director de Arte
Albert Cobos Palma

Diseño de carátula
Albert Cobos Palma

Departamento técnico:
Jorge Eduardo Hernández M
Juan Andrés Castaño W.

Fotografía
Héctor H. Jiménez G.

Circulación Internacional
Humberto Real Blanco

Director Prepensa Digital
Jorge Iván Suárez

Representación en Area II

Editorial CONOSUR S.A. Avda. Belg
Piso 10 - (1092) Cap. Fed
Tel. (541) 342 - 9029 Fax. (541) 342
Buenos Aires - Argentina

Edición Argentina
Editor responsable: Carlos Alberto M
Ventas de Publicidad : 342-90

Distribuidores:

Argentina
Capital: Vaccaro Sánchez y Cía.
Moreno 749, 9° (1091) Buenos Ai
Interior: Distribuidora Bertran S.A.C.
Av. Velez Sársfield 1950 (1285) B
Bolivia - La Paz: Agencia Moderna Ltda.
Colombia - Santafé de Bogotá: Distribuid
Chile - Santiago de Chile: Distribuidora A
Ecuador - Quito: Distribuidora Andes
México - Ciudad de México D.F.: Distribuid
Panamá - Ciudad de Panamá: Distribuido
Paraguay - Asunción: Selecciones S.A.C.
Uruguay - Montevideo: Grafia S.A.
Venezuela - Caracas: Distribuidora Contin

©PUBLICACIONES CEKIT S.A. - Calle 22 N° 8 -
Teléfonos: (6) 3348187 - 3348189 - 3348179 - 334
- A.A. 194 - Fax: (6) 3348020 Pereira, Colombia S.

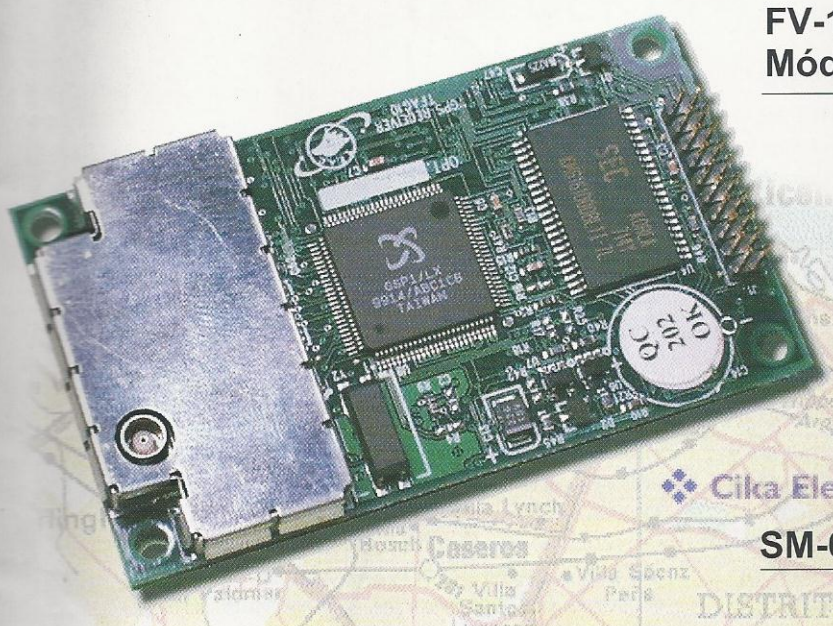
ISSN 0121-9138. Resolución 0444 de Mayo 18/94
Dirección General del Derecho de Autor, Mingobie

Prohibida su reproducción parcial o total por cualq
medio sin permiso escrito del editor. La protección
derechos de autor se extiende no sólo al contenido
también a los diagramas y circuitos impresos, inclui
diseño, que en ella se reproducen.

Impresión: Antártica Quebecor S.A.

GPS

El mundo al alcance de sus manos



FV-12
Módulo receptor de GPS de bajo costo

El módulo FV 12 es por sus característicos la mejor opción para su aplicación de GPS
Basado en tecnología Sirf Start chipset
12 Canales
Salida TTL para conexión a un driver 232
Maneja protocolo NMEA0183 / Sirf Binario
Bajo Costo

Cika Electrónica

SM-66/SM25

Antenas de alto rendimiento con base magnética a tornillo de bajo costo
Ideal para aplicaciones de mano
Resistente al agua
Ganancia de 30dB
Disponible con varios tipos de conectores

GM-38
Gps portatil con salida RS232

El GM-38 es un receptor de GPS integrado a una antena directamente disponible para conectar a un puerto RS232 y a la batería de un auto

Numero de canales :	8
Salida:	RS232
Protocolo:	NMEA0183

RV-16/17
Antena Permanente para GPS

Ideal para seguimiento vehicular
Posee doble tornillo de seguridad que evita los robos y el vandalismo .
Disponible con varios tipos de conectores
Muy bajo consumo (10mA a 5V)

Cika Electrónica

Av. De Los Incas 4821 (1427) Buenos Aires Argentina
Tel. 4522-5466 Fax. 4523-6068
Email. Cika@cika.com Website. www.cika.com

Capital: Centro, Kitronic srl	54(11) 4384-5317 / 4382-3794
Capital: Liniers, Electrónica Liniers	54(11) 4641-5494 / 4642-7292
La Plata: Electrónica Univel	54(221) 425-9416
Córdoba: CIKA Electrónica srl	54(351) 452-6698
Rosario: CIKA Electrónica srl	54(341) 440-0092
Tucumán: Kitel Electrónica srl	54(381) 420-1595
Neuquen: Diseño Electrónico	54(299) 448-8414

Distribución de E&C en México

La presente es para felicitarlos por los artículos y circuitos presentados en su revista Electrónica y Computadores, en la cual son de muy buen nivel, tanto en lo técnico como en lo didáctico. Es la mejor revista de electrónica que he encontrado aquí en México, aunque en ocasiones se me dificulta conseguirla.

Quisiera conocer cuáles son los puntos de distribución de los productos de CEKIT en mi país.

Atte. Ing. Adrian Noel Magaña E.

Muchas gracias por sus comentarios, ellos nos motivan a seguir adelante en nuestra tarea de divulgación tecnológica en Latinoamérica.
En México existen dos lugares autorizados para distribuir todos los productos de nuestra compañía. Asimismo, en ellos puede encontrar información adicional acerca de dichos productos y en especial de nuestros cursos y publicaciones.

Centro Japonés de Informacion Electrónica
Norte 2 # 4, Col. Hogares Mexicanos
Ecatepec de Morelos, Estado de México
C.P. 55040
Teléfono: 009-525-7871779, 7704884, 7877553
fax: 7879671
e-mail: j4280@intmex.com

Intermex Televisa
Lucio Blanco N.435 Col. San Juan Tlihuaca
Azcapotzalco - México D.F 02400 México
Teléfono 009-525-3526482, 2309500/97
Fax. 2309695, 3526444

Duda con la fuente digital

He recibido con mucho agrado el proyecto de la "Fuente variable digital" que publicaron en la edición internacional No. 63, y observando un tanto el diagrama esquemático del circuito principal, se me planteó la duda de si estaba correcta una conexión en dicho esquemático, pues, para mi, el pin común del REG2 (7815) debería (además de estar conectado al capacitor C6) conectarse al pin de salida del REG1 (7805) para así poder entregar los 20V respecto de tierra (ó 15V respecto de la salida del 7805) .
Espero tener respuesta pronto y aprovecho para mandarles felicitaciones a todos los que trabajan con esa prestigiosa publicación.

Omar Leonardo Gómez Marrello
San Juan – Argentina

En primera instancia, gracias por sus elogios a nuestra compañía y a todas las personas que hacen posible que la revista Electrónica y Computadores sea del nivel que ustedes se merecen.

En cuanto al circuito de la Fuente variable digital, efectivamente hace falta un punto de conexión entre las dos líneas que se cruzan, una desde la tierra del regulador REG2 y la otra desde la salida del regulador REG1. Esto se debió a un error de impresión, pero gracias a su valiosa acotación, todos los lectores pueden estar tranquilos. Además el proyecto es de excelente calidad y estén seguros que es un buen producto electrónico.

Lo invitamos a que visite nuestra página en Internet (www.cekit.com.co) y conozca más a fondo nuestra compañía y todos nuestros productos y publicaciones.

Envíe su e-mail a ecekit@avan.net o envíe su correspondencia a la calle 22 # 8-22 Piso 2 de Pereira (Colombia)

Kitronic S.R.L.

Kit's & Componentes Electrónicos

Kits y Cursos de CEKIT:

Curso Básico de Microcontroladores PIC

Ingrese al maravilloso mundo de los microcontroladores PIC de la mano de este curso en castellano y con el soporte que le brinda Kitronic.
Incluye un programador de micros.

Entrenadores de Basic Stamp

Para lograr los más avanzados diseños en el menor tiempo posible. Incluyen la conexión para el grabado de los mciros Basi Stamp desde la PC.

Curso Avanzado de Microcontroladores PIC

Para seguir avanzando, incluye un equipo de desarrollo con el que podrá experimentar con todos estos periféricos:

* Teclado matricial de 4x4 teclas
* Display de 7 segmentos de cuatro dígitos
* Display alfanumérico.
* Comunicación Rs232
* Potenciómetro digital
* Memoria EEPROM serial
* Sonda de temperatura

El sistema está preparado para recibir micros PIC de 8 y 18 pines

Descuentos a Instituciones Educativas

Microcontroladores:

Toda la gama completa de Microcontroladores PIC

BASIC STAMP La tecnología que le permite realizar proyectos a increíble velocidad.

Nuevos microcontroladores **Scenix** de 50MHz

50 Millones de Instrucciones por segundo!

Sistema de desarrollo muy económico!

En 18 y 28 pines.

PLANET MICROCHIP
MICROCHIP
The Embedded Control Solutions Company

PARALLAX

Descuentos a fabricantes y diseñadores

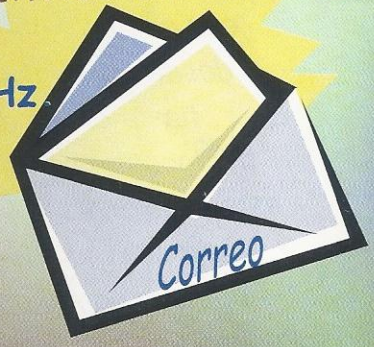
... Y además:

Display alfanuméricos inteligentes.

Transmisores y receptores de RF en AM de 400MHz.

Amplia variedad de componentes en SMD

Envios al Interior



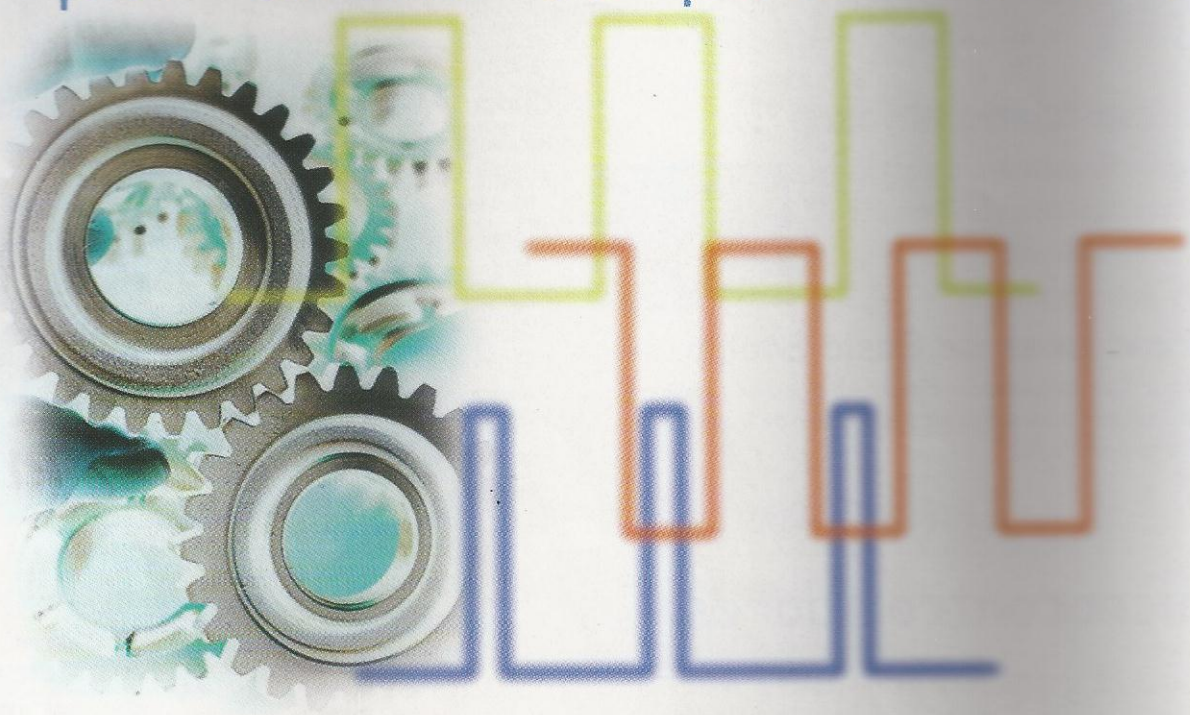
Y como siempre la mayor experiencia en el diseño de productos con microcontroladores a su servicio

JUNTO A UD. EN EL NUEVO MILENIO

Kitronic S.R.L.

Av Belgrano 1570 C.P. 1093 Buenos Aires ARGENTINA
4382-3794 / 4384-5317
email:kitronic@ciudad.com.ar

Modulador por ancho de pulso (PWM)



JUAN ANDRÉS CASTAÑO WELGOS
welgos@telesat.com.co

El PWM es una forma eficiente de control de velocidad para motores DC. Existen diferentes técnicas para cumplir con ese objetivo, que van desde el uso de 555 hasta el uso de microcontroladores. En esta ocasión sugerimos un circuito basado en operacionales, el cual posee un buen manejo del ciclo de trabajo que en cualquier momento le puede ser de gran utilidad.

Especificaciones

- Frecuencia de PWM de 400 Hz
- Capacidad de corriente de 3 amperios con un MOSFET IRF521. También se puede usar un IRF540 o IRFZ34N
- Voltaje de operación de 12V ó 24V dependiendo de la configuración
- Control por potenciómetro o por voltaje de entrada
- Voltaje de control entre 0 y 10 voltios

Un modulador por ancho de pulso (PWM) es un dispositivo que puede usarse como un eficiente *dimmer* de luz o para controlar la velocidad en motores DC. Los motores DC grandes son controlados más eficientemente con tiristores de alta potencia, mientras los motores DC pequeños y medianos de imán permanente, son controlados más exitosamente con transistores de conmutación conectados en serie, manejados por modulación por ancho de pulso. El circuito que se describe en esta ocasión es un dispositivo para controlar dispositivos DC que manejen unos cuantos amperios. Puede ser acoplado en aplicaciones de 12 o 24 voltios y usarse para controlar el brillo en lámparas o como controlador de pequeños motores DC.

En el control con PWM se utiliza un voltaje de control para variar o modular el ciclo de trabajo o ancho de pulso que entra a una carga determinada por unidad de tiempo. Esta acción varía el voltaje y la potencia promedio de dicha carga. Si la carga es un elemento calefactor, el PWM puede aumentar o disminuir la producción

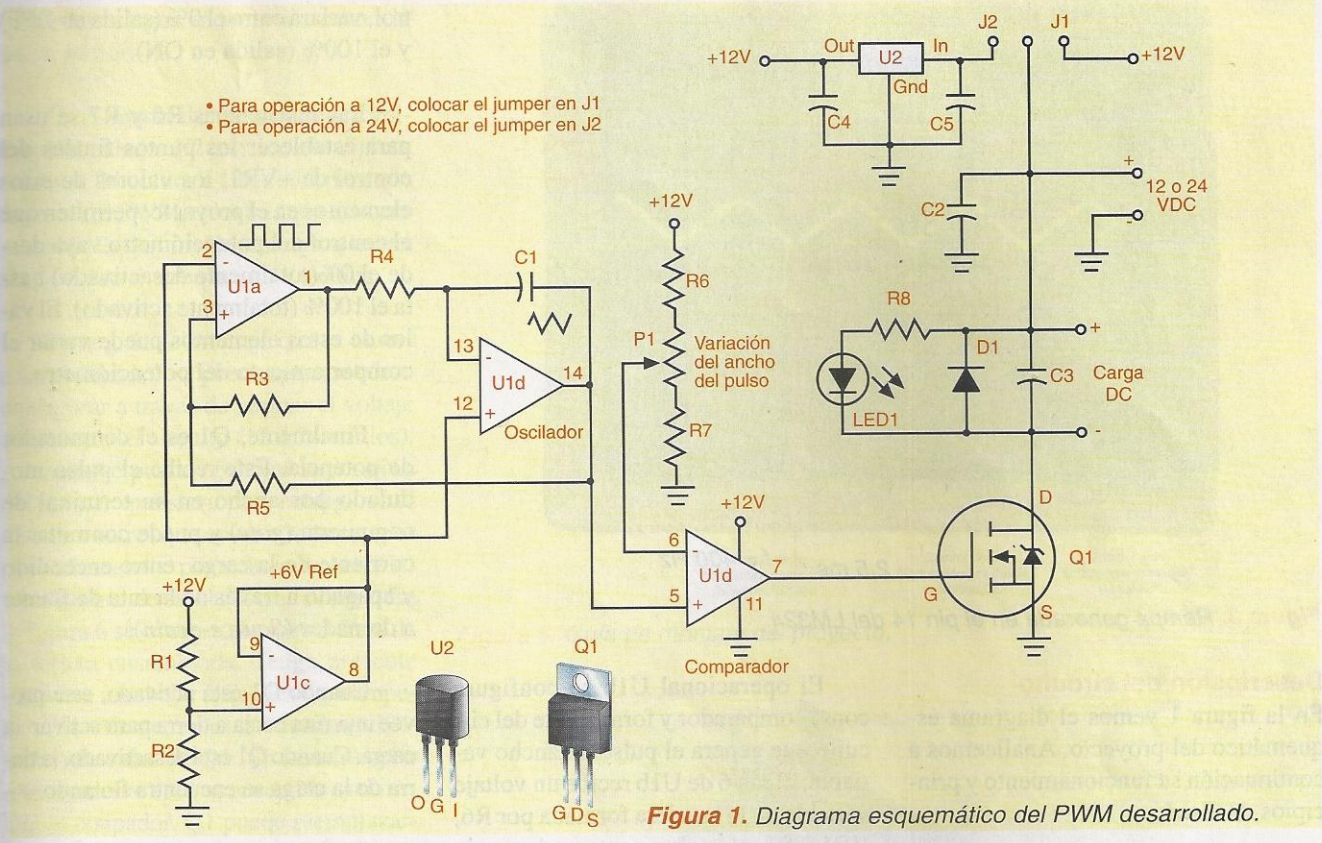


Figura 1. *Diagrama esquemático del PWM desarrollado.*

de calor por unidad de tiempo. Asimismo, si es una carga de luz, puede variar su energía luminosa, y si es un motor puede variar lo potencia mecánica entregada y por ende su velocidad.

Un circuito PWM arroja como resultado una onda cuadrada con ciclo variable de ON y OFF, variando en el tiempo de 0 al 100%. De esta manera, una cantidad variable de potencia es transferida a la carga.

La principal ventaja de un circuito de PWM sobre un controlador que se base en la variación lineal de la potencia suministrada a una carga mediante cambio resistivo es la eficiencia. A una señal de control del 50%, el PWM usará cerca del 50% de la potencia total, de la cual casi toda será transferida a la carga. En un controlador tipo resistivo, de un 50% de potencia que se quiera transferir a la carga se estima que le puede llegar cerca de un 71%. El otro 21% se pierde en forma de calor.

La eficiencia en la carga es un factor crítico en cualquier sistema alternativo de energía. Una ventaja adicional de la modulación por ancho de pulso es que los pulsos producen mayor torque en un motor, al poder excitar más fácilmente las resistencias internas del motor.

En un circuito de PWM pueden usarse pequeños potenciómetros para controlar una gran cantidad de cargas, mientras que para controladores resistivos se requieren de resistencias variables grandes y costosas.

La principal desventaja de los circuitos de PWM es la posibilidad de que exista interferencia por radio frecuencia (RFI). El RFI puede minimizarse ubicado el controlador cerca de la carga y utilizando un filtrado en la fuente de alimentación. Este circuito posee una pequeña protección contra RFI y produce una mínima interferencia. Ha sido probado con un radio AM localizado a unos cuantos pies de distancia.

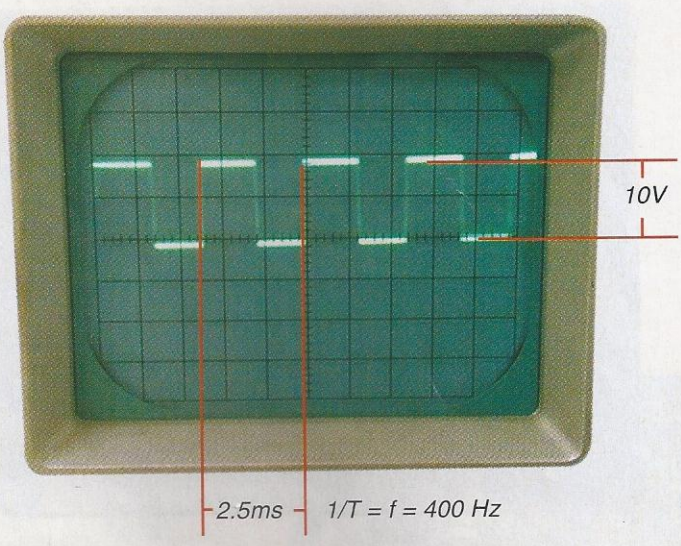


Figura 2. *Aspecto de la onda generada por el oscilador (Pin 1 del LM324)*

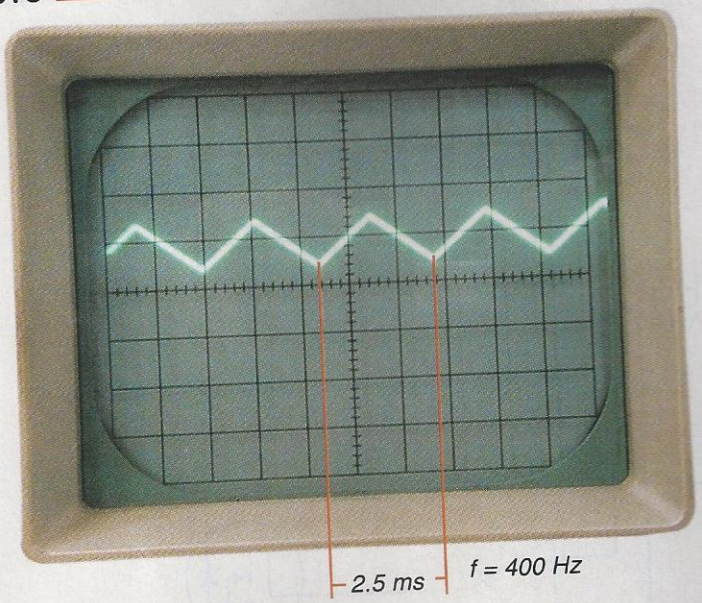


Figura 3. Rampa generada en el pin 14 del LM324.

Descripción del circuito

En la figura 1 vemos el diagrama esquemático del proyecto. Analicemos a continuación su funcionamiento y principios de diseño.

Un circuito de PWM constantemente necesita de un oscilador para operar. Los operacionales U1a y U1d forman un generador de onda rectangular/triangular de una frecuencia de alrededor de 400 Hz, figuras 2 y 3. U1c se usa para generar una referencia de 6 voltios, la cual sirve como tierra virtual para el oscilador. Esto es necesario para permitirle al oscilador funcionar a partir de una fuente simple en lugar de una fuente de voltaje dual.

El operacional U1b se configura como comparador y forma parte del circuito que genera el pulso de ancho variable; el pin 6 de U1b recibe un voltaje variable de la escalera formada por R6, VR1 y R7, el cual es comparado con la onda triangular de U1-14. Cuando la forma de onda está sobre el voltaje del pin 6, U1 produce una salida alta. De igual manera, cuando la onda se encuentra por debajo del voltaje del pin 6, los puntos de on/off se mueven por encima y por debajo de la onda triangular, produciendo un pulso de ancho variable, figura 4. El diseño de este proyecto garantiza en esta salida un ciclo de trabajo que, dependiendo de la señal de control, variará entre el 0% (salida en OFF) y el 100% (salida en ON).

Las resistencias R6 y R7 se usan para establecer los puntos finales del control de +VR1, los valores de estos elementos en el proyecto, permiten que el control del potenciómetro vaya desde el 0%(totalmente desactivado) hasta el 100% (totalmente activado). El valor de estos elementos puede variar el comportamiento del potenciómetro.

Finalmente, Q1 es el conmutador de potencia. Este recibe el pulso modulado por ancho en su terminal de compuerta (*gate*) y puede conmutar la corriente de la carga entre encendido y apagado a través de la ruta de fuente a drenador (*Source-drain*).

Cuando Q1 está activado, este provee una ruta hacia a tierra para activar la carga. Cuando Q1 está desactivado, la tierra de la carga se encuentra flotando.

Se debe tener mucho cuidado en que los terminales de la carga no se encuentren conectados a tierra, de lo contrario ocurrirá un corto.

La carga debe tener la fuente de alimentación en su lado positivo todo el tiempo. El LED1 es opcion al. El mismo da un brillo directamente proporcional al ancho de pulso. El capacitor C3 suaviza la forma de onda conmutada y remueve algo de RFI. El diodo D1 es el conocido "diodo volante", el cual protege el circuito contra voltajes inversos que puedan prove-

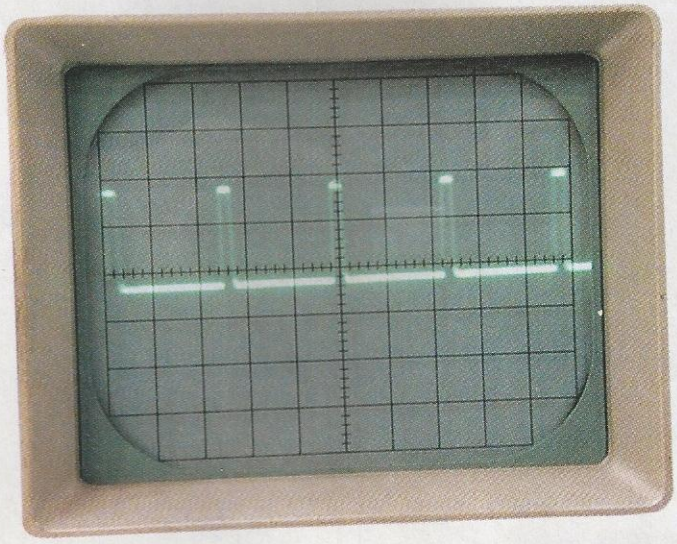


Figura 4. Señal PWM generada. Esta varía del 0 al 100% dependiendo de la señal de control.

Lista de materiales

Condensadores
C1: ..... 0.01uF cerámico, 25V
C2-C5: ..... 0.1uF cerámico, 50V

Resistencias 1/4 w
R1-R4: 100KΩ 1/4W
R5: 47KΩ 1/4W
R6-R7: 3.9KΩ 1/4W
R8: 2.7KΩ 1/4W
VR1: ..... 10K potenciómetro lineal

Semiconductores
U1: ..... LM324N (Amplificador operacional)
U2: ..... 78L12 (Regulador de 12 voltios)
Q1: ..... IRF521 (MosFet canal N)
D1: ..... 1N4004 (Diodo de silicio)
LED1 ..... LED 5mm

nir de las cargas inductivas, como la de un motor.

En el modo de trabajo de 24 voltios, el regulador U2 convierte la alimentación de 24 voltios a 12 voltios para que funcione el PWM, mientras que Q1 conmuta los 24 voltios de la carga a tierra, al igual que si trabajara a 12 voltios.

En la guía de montaje que se muestra en la figura 5, se puede apreciar cómo configurar a través de *jumper* el voltaje de trabajo del circuito (12 ó 24 voltios). Además, se puede observar la posición del *jumper* que sirve para configurar el tipo de control que se va a realizar (por potenciómetro o por voltaje de entrada) y los bornes de salida hacia la carga. En la figura 6 se observa el aspecto final de la tarjeta ensamblada. Tenga presente que si va a trabajar a niveles de 1 amperio de corriente, no es necesario el disipador de calor en Q1. Si va a manejar más corriente si es aconsejable que instale el disipador. Q1 puede reemplazarse sin ningún problema, por un dispositivo que soporte mayor corriente, como por ejemplo un IRFZ34N u otro.

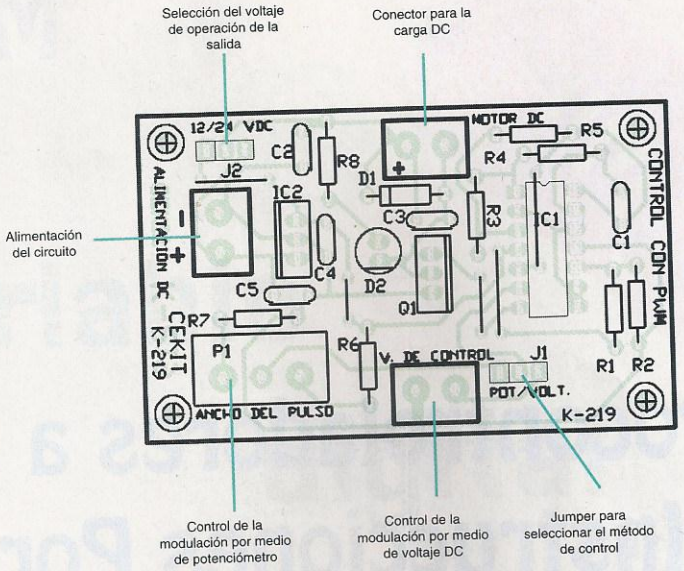


Figura 5. Guía de montaje del proyecto.

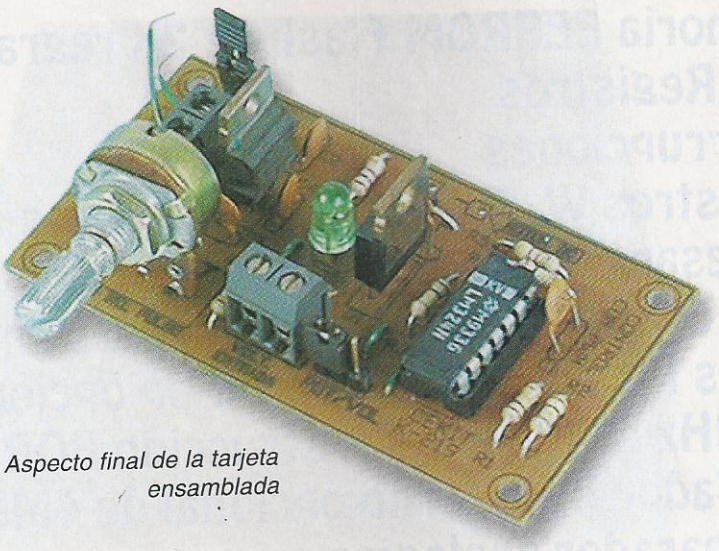


Figura 6. Aspecto final de la tarjeta ensamblada

Aplicaciones

Este circuito trabaja como *dimmer* de lámparas DC, como drive de pequeños motores y como un pequeño controlador de calor, figura 7. Puede utilizarse para hacer un buen control de velocidad en modelos de trenes solares eléctricos y puede trabajar en aplicaciones como el sistema de manejo del motor de una bicicleta. Si llega a experimentar con esto tenga la precaución de incluir un *switch* de emergencia bastante accesible para desconectar la alimentación en caso de que el FET entre en corto circuito.

Conecte el circuito a los 12 o los 24 voltios como se indica el diagrama esquemático. Conecte la batería a los terminales de entrada, y conecta la carga en los terminales de salida. Asegúrese de no llevar a tierra ambos terminales de salida o aún cuando haya algún dispositivo conectado en esos terminales , como en el caso de un motor. Luego gire el potenciómetro hacia delante y hacia atrás y observe como el resultado se refleja en una mayor o menor velocidad o brillo.

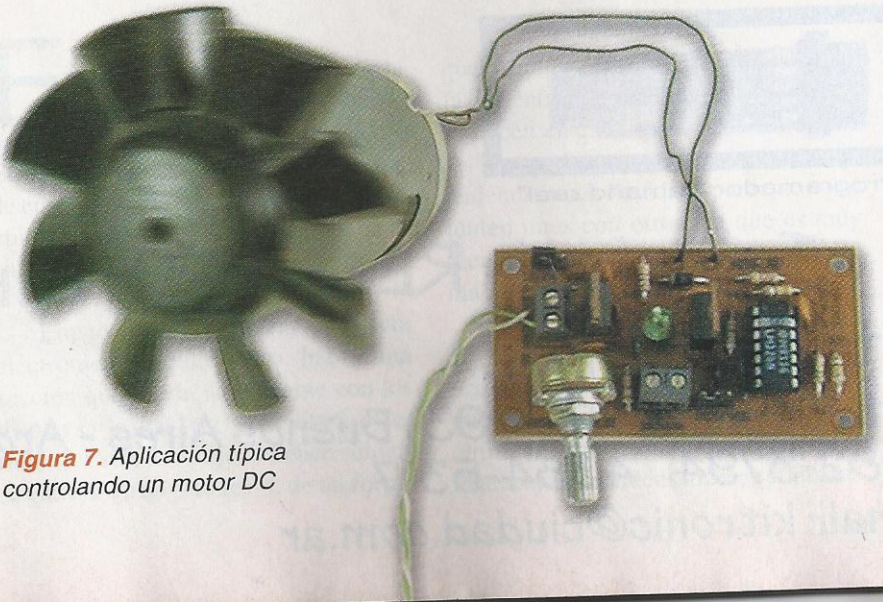


Figura 7. Aplicación típica controlando un motor DC

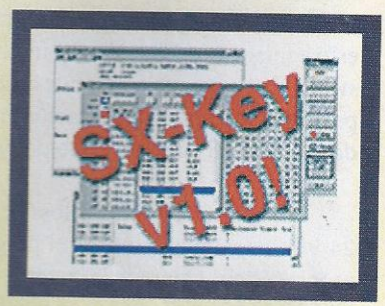
50 MIPS!

Memoria FLASH!

Microcontroladores a 50 Millones de Instrucciones Por Segundo!

18 y 28 pines
Memoria EEPROM Flash de 2K regrabable 10.000 veces!
136 Registros
Interrupciones
Registros W, FSR y Status salvados automáticamente al ingresar a la interrupción
8 ó 16 pines con posibilidad de Schmitt-Trigger
Todas las entradas con Pull-Up opcional
50 MHz de Reloj y 1 instrucción POR CICLO DE RELOJ
Oscilador RC interno opcional de 4MHz divisible hasta 32KHz
Comparador analógico
Programador de muy bajo costo!

Programador "tamaño real"



Soft programacion y debbuger

Tecnología REALMENTE innovadora

Kitronic S.R.L.
Av Belgrano 1570 (1093) Buenos Aires - Argentina
4382-3794 4384-5317
e-mail: kitronic@ciudad.com.ar

Fuente variable digital

Parte 2

GUILLERMO RAMOS RAMOS
gramos@telesat.com.co

Una fuente de voltaje es una herramienta indispensable en cualquier labor de diseño, mantenimiento o experimentación con dispositivos electrónicos. Con el auge de los sistemas digitales, construyamos nuestra propia fuente variable controlada a través de un teclado, además con voltímetro digital incluido.

En la entrega anterior hicimos la descripción del diseño y funcionamiento de la fuente variable digital. En esta ocasión, mostraremos la forma de ensamblar los circuitos impresos, de ubicar los diferentes componentes en el chasís y de calibrarla adecuadamente.

Luego de independizar la tarjeta electrónica del voltímetro, habrá una sección que queda únicamente con los displays y la otra con la circuitería electrónica. Estas dos tarjetas deben soldarse entre sí en ángulo recto, de tal forma que su altura permita una instalación fácil dentro del chasís. Las soldaduras se hacen en cada uno de los finales de las pistas de cobre de ambas tarjetas, teniendo mucho cuidado para que no se junten unos con otros, ya que es muy fácil que esto suceda debido a la cercanía de dichas pistas.

En todos los circuitos impresos, lo primero que se debe soldar son los puentes de alambre y componentes de altura reducida, tales como las resistencias y los condensadores cerámicos.

Lista de materiales del circuito principal y teclado

Resistencias a 1/4 de W
R1, R21 ..... 1k
R2, R4, R22 ..... 2,2k
R3, R9, R12 a R19 ... 10k
R5 ..... 12k
R6, R8 ..... trimmer de 5K
R7 ..... 20k
R10 ..... 1,8k
R11 ..... 220 Ohm
R20 ..... 560 Ohm
R23 ..... 27k
R24 ..... 10k

Condensadores electrolíticos
C1 ..... 3300µF/50V
C7 ..... 10µF/50V
C8 ..... 2,2µF/50V
C14 ..... 10µF/50V
C15 ..... 100µF/35V
C17 ..... 220µF/16V

Condensadores cerámicos
C2 a C6, C11 a C13, C16 0,1 µF/50V
C9, C10 22pF

Semiconductores
D1, D2 ..... 1N5402
D3, D4 ..... 1N4004
Q1, Q2 ..... 2N3904
Q3 ..... BD135
REG1 ..... LM7805
REG2 ..... LM7815
REG3 ..... LM350T
IC1 ..... Microcontrolador PIC16F84
..... Programado
IC2 ..... Conversor DAC0808
IC3 ..... Circuito integrado LM324
IC4 ..... Timer LM555

Otros
1 base 18 pines
1 base 14 pines
1 base 16 pines
1 base 8 pines
1 cristal de 10,0 MHz
1 Terminal de 3 tornillos
1 Terminal de 2 tornillos
1 Juego de circuitos impresos K-216
1 Chasís K-216
1 Porta fusible para chasís
1 Interruptor de balancín
2 Conectores tipo banana
1 Buzzer piezoeléctrico
2 LEDs rojos de 3mm
4 Pulsadores de 4 terminales

Lista de materiales del voltímetro

Resistencias a 1/4 de W
R1 ..... 470k
R2 ..... 10k
R3 ..... 1M
R4, R8 ..... 5,6k
R5 ..... 100k
R6 ..... Trim 5k
R7 ..... 1k
R9 ..... 330 ohm

Condensadores electrolíticos
C5 ..... 10u/50v

Condensadores cerámicos
C1 a C4, C9 ..... 0,01/50
C8 ..... 0,01/50
C10 ..... 100p

Condensadores de poliéster
C6 ..... 0,2u/50
C7 ..... 0,047u/50

Semiconductores
IC1 ..... ICL7107
IC2 ..... Timer 555
REG1 ..... LM7805

Otros
4 Displays de Anodo Común
1 Base para CI de 40 pines
1 Circuito impreso para Voltímetro digital K-216

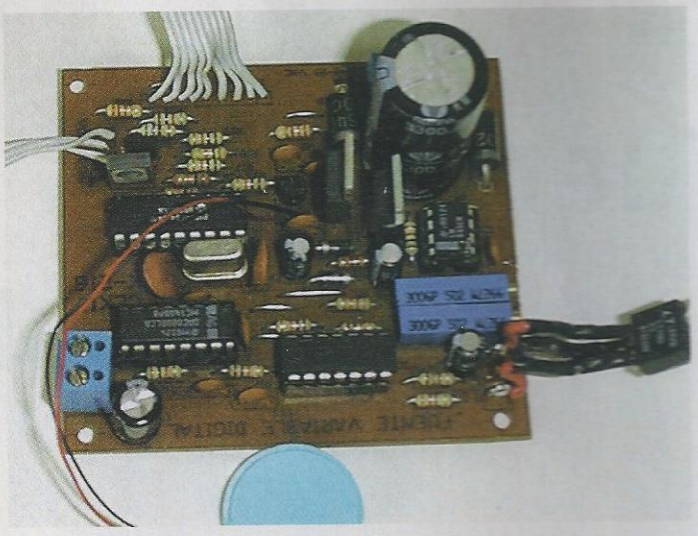


Figura 11. *Aspecto del circuito electrónico*

Recordemos que los puntos de soldadura deben ser pequeños y bien adheridos, tanto al terminal del componente como al punto de cobre del circuito impreso. En la tarjeta de teclado, suelde los diodos LED teniendo en cuenta su polaridad.

Los reguladores REG1 y REG2 se sueldan sobre el impreso mientras que el regulador de salida debe soldarse por separado, uniéndolo con cables para poder adherirlo directamente a la parte posterior del chasís, con el fin de que éste sirva como disipador de calor. Lo mismo sucede con el regulador de 5 voltios del voltímetro. En ambos casos, puede interponerse una lámina de aluminio con grasa de silicona termoconductiva para mejorar la disipación. Observe en las figuras 11 y 12 el aspecto de los circuitos con los componentes instalados.

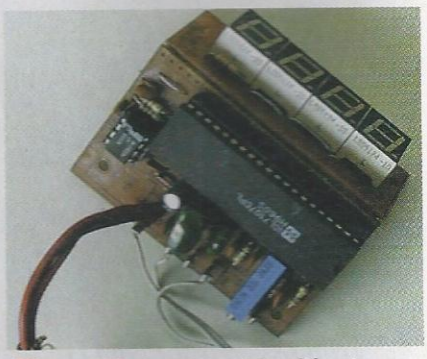


Figura 12. *Aspecto del voltímetro ensamblado*

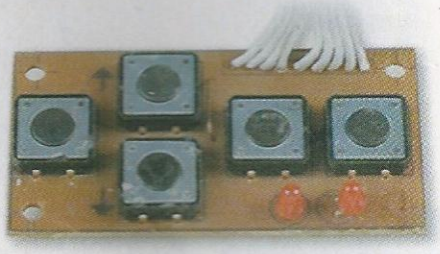


Figura 13. *Aspecto del teclado*

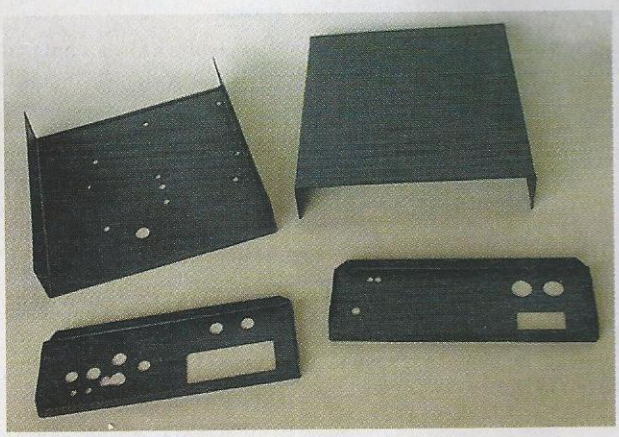


Figura 14. *Chasís sugerido para el montaje de la fuente*

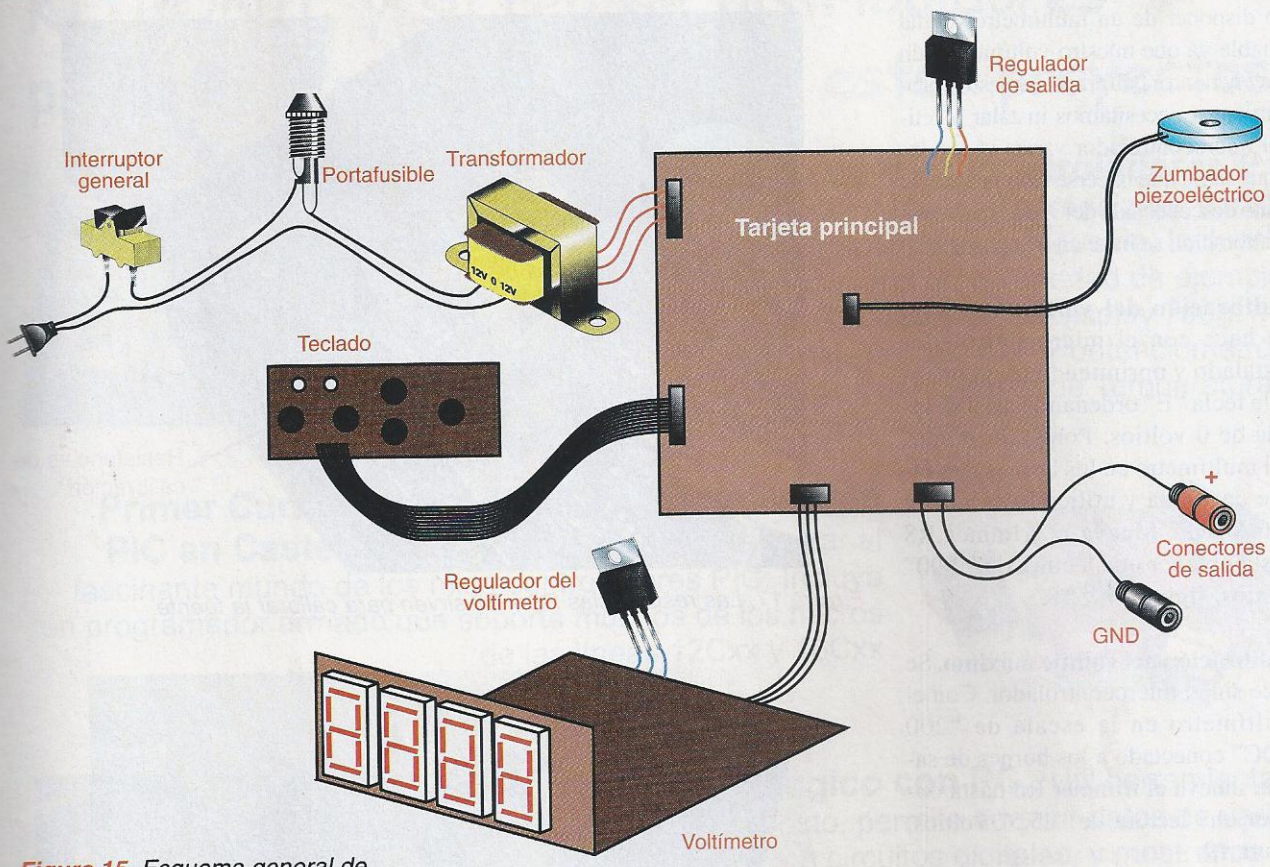


Figura 15. Esquema general de conexiones entre los circuitos electrónicos y los accesorios externos

Lo último que se debe soldar son los condensadores electrolíticos, teniendo en cuenta su polaridad. Para todos los circuitos integrados se deben soldar bases y así poderlos reemplazar fácilmente en caso de deterioro.

Montaje sobre el chasís

El chasís debe ser metálico debido a que el transformador es un tanto pesado y además porque sirve como medio de disipación de calor para los reguladores del circuito, figura 14. Durante el montaje de los circuitos, se deben hacer las conexiones que aparecen en la figura 15. Algunas de ellas se pueden hacer previamente, lo que permite facilidad en el proceso de soldaduras, por ejemplo, el cable que une la tarjeta de control con el teclado y los cables que unen las tarjetas con los reguladores que van adheridos al chasís. El teclado lo podemos pegar a la pared interna del panel frontal por medio de cinta adhesiva de doble faz.

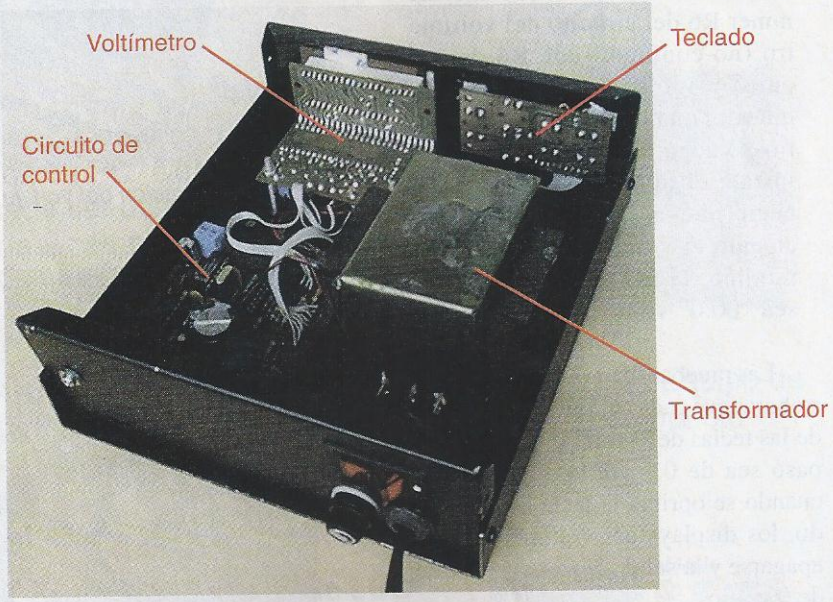


Figura 16. Aspecto interno de la fuente

Los reguladores que van adheridos al chasís se deben asegurar con un kit de aislamiento para que la parte metálica de ellos no haga contacto eléctrico con la lámina de dicho chasís. Observe en la figura 16 la forma en que deben quedar los elementos dentro del chasís de la fuente.

Calibración y pruebas

Para la calibración de la fuente es nece-

sario disponer de un multímetro digital confiable ya que nuestro voltímetro aún no se encuentra calibrado. En estos procedimientos necesitamos instalar y retirar el microcontrolador varias veces, labor que tiene que hacerse siempre con el circuito desconectado del voltaje de la red. La calibración se hace en tres pasos:

1. **Calibración del voltaje mínimo.** Se hace con el microcontrolador instalado y oprimiendo previamente la tecla "E" ordenando así una salida de 0 voltios. Ponga las puntas del multímetro en los bornes de voltaje de salida y utilice la escala de "20 VDC". Mueva el trimmer R8 hasta obtener una lectura de "0.00" voltios, figura 17 y 18.

2. **Calibración del voltaje máximo.** Se hace sin el microcontrolador. Con el multímetro en la escala de "200 VDC" conectado a los bornes de salida, mueva el trimmer R6 hasta obtener una lectura de "25.5" voltios, figura 19.

3. **Calibración del voltímetro.** Se hace también sin el microcontrolador instalado y no se requiere del multímetro externo. Mueva el trimmer R6 del circuito del voltímetro (no confundir con R6 del circuito principal), hasta que éste muestre una lectura de "25.5" voltios. Luego, desconecte la fuente, instale el microcontrolador y conecte nuevamente. Verifique que cuando el voltaje de salida sea el mínimo, la lectura del voltímetro sea "00.0" voltios.

Las pruebas finales consisten en corroborar que cada vez que se oprime una de las teclas de "subir" o "bajar", cada paso sea de 0.1 voltios. Igualmente, cuando se oprima la tecla de encendido, los displays del voltímetro deben apagarse y la salida de voltaje debe ser de 0 voltios.

Así hemos finalizado con nuestro proyecto; seguramente que se necesitará de mucha creatividad y habilidad manual para ponerlo en su punto y poder disfrutar del avance de la tecnología digital en nuestro laboratorio. Ω

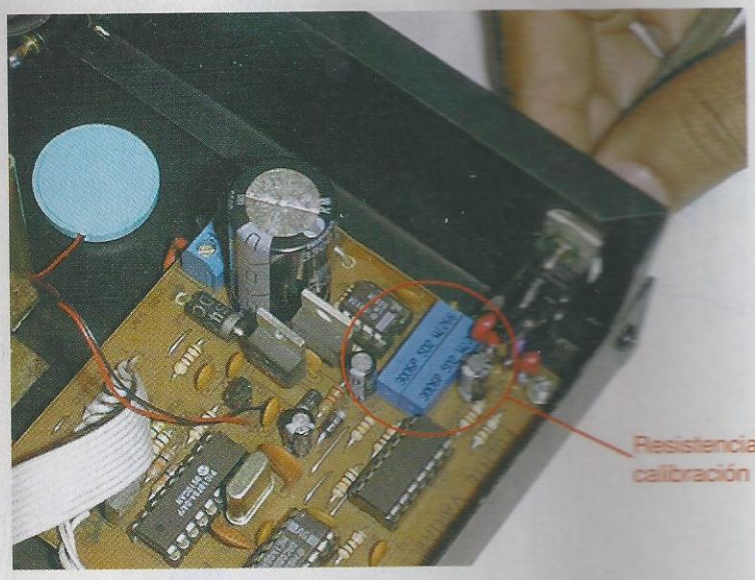


Figura 17. Las resistencias R6 y R8 sirven para calibrar la fuente

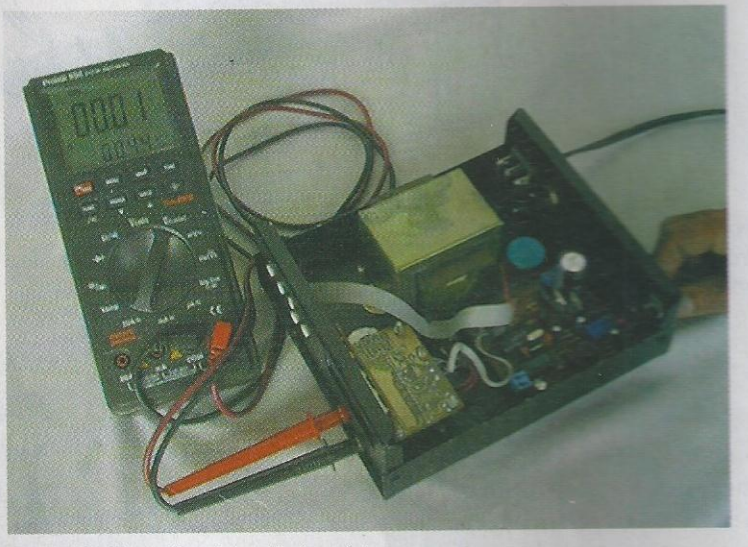


Figura 18. Calibración del voltaje mínimo

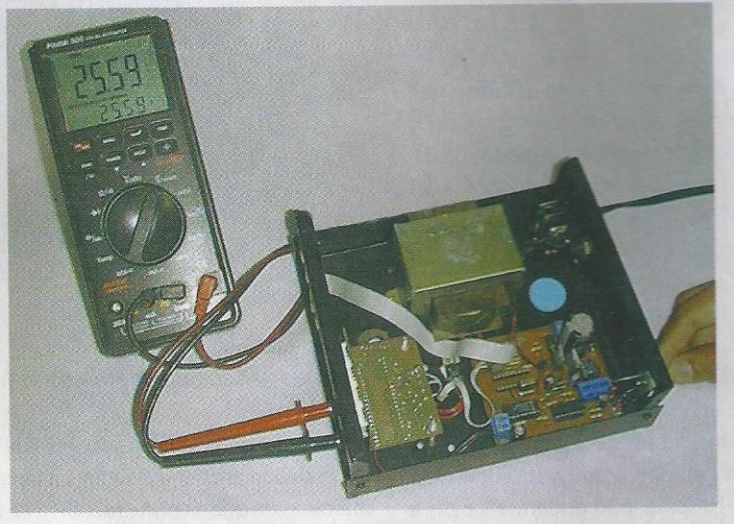


Figura 19. Calibración del voltaje máximo

Regulador automático de voltaje usando Lógica difusa

Luz Ensueño Hurtado R.
Ingeniera Electricista
Universidad Tecnológica de Pereira
luz@utp.edu.co

Alfonso Alzate G
Profesor Titular
Universidad Tecnológica de Pereira
alalzate@utp.edu.co

Yohana Rozo H.
Ingeniera Electricista
Universidad Tecnológica de Pereira
palatinax@yupimail.com

Se presenta la metodología y los criterios de diseño para un regulador automático de tensión de un generador sincrónico utilizando lógica difusa (Fuzzy). Estos se aplican en un sistema eléctrico a escala usando un paquete de aplicación específica para el controlador.

La función primordial de un sistema eléctrico de potencia es la de suministrar energía eléctrica de la manera más confiable posible, garantizando que los niveles de voltaje y de frecuencia sean los precisos. Por tal motivo, el generador síncrono es equipado con un REGULADOR AUTOMÁTICO DE VOLTAJE (RAV), cuya función es mantener el voltaje constante bajo diferentes condiciones de carga y amortiguar el efecto de algunas perturbaciones ocasionadas por los sistemas de potencia interconectados. La implementación del Regulador Automático de Voltaje puede realizarse aplicando cualquiera de las estrategias de control clásico; sin embargo, en este caso se utilizó la lógica difusa o *fuzzy logic* ya que esta ofrece grandes ventajas desde el punto de vista operacional y de diseño, caracterizándose principalmente porque aprovecha el conocimiento de un operador experto y no requiere tener un modelo del sistema que se va a controlar.

El interés actual en la lógica difusa surge también de la necesidad impuesta por nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial y las redes neuronales, de disponer de expertos capaces de procesar información, tomar decisiones y responder a estímulos en forma similar al cerebro humano. Se están utilizando métodos con lógica difusa para diseñar redes neuronales y estas, a su vez, para producir reglas.

En el presente artículo se ilustra el diseño, montaje y ajuste de un RAV para una máquina síncrona a escala de laboratorio, y para ello, se elabora el programa de control utilizando el software de instrumentación virtual LabView.

La metodología usada se fundamenta en los principios de la lógica difusa y su aplicación al control para la tensión del generador síncrono. **La figura 1** muestra el montaje del RAV Difuso.

En la misma figura, se ilustra el generador síncrono conectado a una carga que contiene resistencia e inductancia y utilizando como motor primario uno de inducción. El voltaje es sensado por medio de un transformador de potencial y llevado al sistema de adquisición de datos para que el controlador determine y envíe un voltaje al circuito actuador utilizando nuevamente el sistema de adquisición.

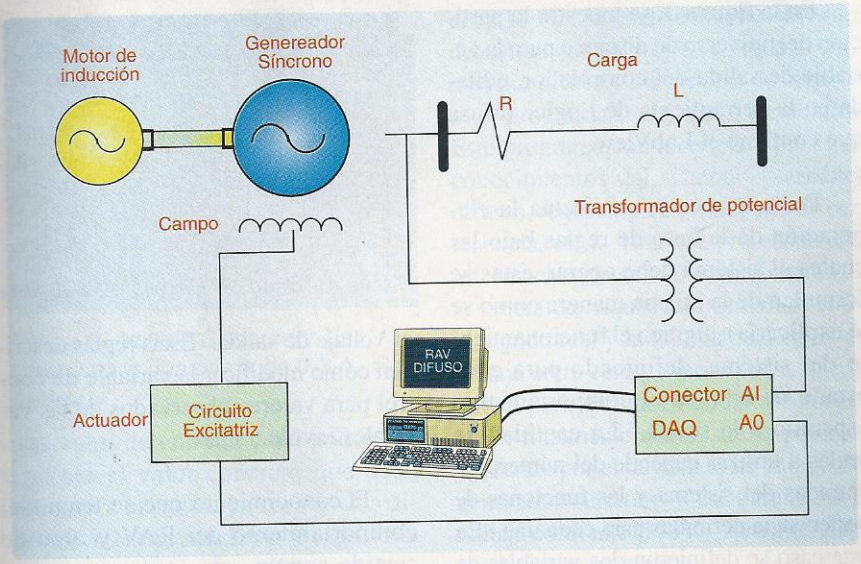


Figura 1. Esquema del Regulador Automático de Voltaje Difuso

Funciones del regulador de voltaje

El regulador de voltaje comprende todo el sistema de control de la excitación, siendo su propósito principal el de controlar la corriente entregada al devanado de campo del generador sincrónico.

Dependiendo del modo de operación del generador, las funciones de control del regulador incluyen el control de la tensión del mismo, el control del flujo de potencia reactiva, la ampliación de la estabilidad del sistema y también funciones de protección para asegurar que los límites máximos de la máquina sincrónica, el sistema de excitación y otros equipos no se excedan.

Elementos de un sistema de excitación

En la **figura 2** se muestra el diagrama de bloques con los elementos que constituyen un sistema de excitación típico.

En las técnicas de control convencionales, se realiza un modelado matemático de cada uno de estos elementos, para obtener finalmente una ecuación que represente el sistema y a través del cual se pueda ejercer la respectiva acción de control. En cambio, los sistemas de Control Difuso no requieren el modelo matemático del sistema. Es decir, para el diseño del controlador, se palntean un conjunto de reglas que sintetizan el comportamiento del sistema.

Diseño del controlador difuso

La única señal sensada para el control es el voltaje en los terminales del generador síncrono, a partir de ella se determinan como variables de entrada el *Error de tensión y la Razón de variación de tensión.*

El Error de tensión (e) es la diferencia entre el actual voltaje y el voltaje de referencia predeterminado. Este puede ser positivo o negativo. El error es positivo si el voltaje sensado es mayor que el voltaje de referencia y negativo en caso contrario.

La Razón de variación de tensión (dv) define la rapidez de cambio del voltaje y se define como positiva si el voltaje está aumentando y negativo si está disminuyendo.

La variable de salida difusa (v) es la señal que aplicada al circuito excitador controla el voltaje generado. Es positiva, si el voltaje sensado está por debajo del voltaje de referencia y negativa si dicho voltaje está por encima.

Después de tener definidas las variables de entrada y salida del controlador y con base en los valores máximos de operación, se establecen los límites para el universo de discurso de cada variable. Para obtenerlo en cada variable, se cuantifica en siete valores de conjuntos difusos (términos lingüísticos) y posteriormente es normalizado entre [-1,+1]. Esto se realiza después de comprender cuál es el comportamiento a seguir ante determinadas variaciones de la señal a controlar (voltaje generado). Por tal motivo, las variables difusas se dividen en tres grandes grupos llamados positivo, negativo y cero, de la misma manera cada una de ellas se clasifica como pequeño, medio o grande. Esta cuantización produce las siguientes divisiones:

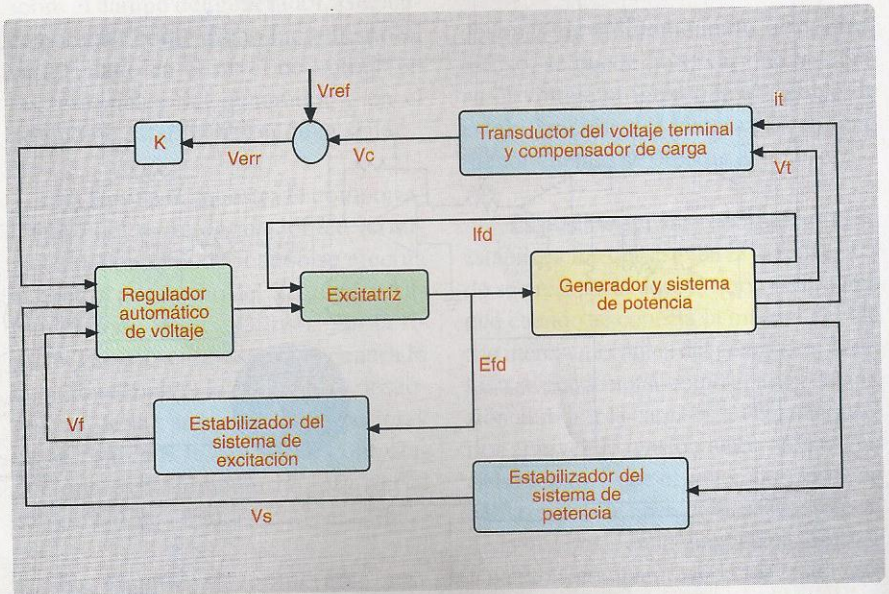


Figura 2. Diagrama de bloques del sistema de excitación de un generador síncrono

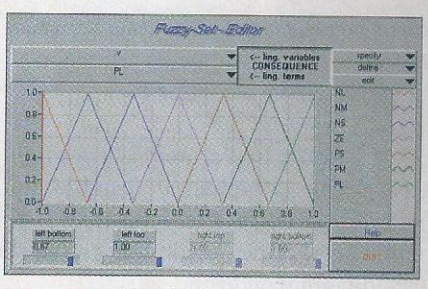


Figura 3. Partición del Universo de discurso de la variable de salida del voltaje de control

NL: Negativo grande.
NM: Negativo medio.
NS: Negativo pequeño.
ZE: Cero.
PS: Positivo pequeño.
PM: Positivo medio.
PL: Positivo grande.

El proceso de control fue llevado a cabo utilizando funciones de pertenencia del tipo triangular para las variables de entrada (e , dv) y para la variable de salida (v). Los conjuntos difusos son representados mediante triángulos simétricos con un 25% de traslape entre conjuntos adyacentes o un traslape total del 50%.

En la **figura 3**, se muestra la partición del universo de discurso para la variable de salida del controlador, editada en la herramienta de Lógica difusa que contiene el LabView.

Posteriormente, se efectúa la elaboración de la base de reglas bajo las cuales el sistema debe operar, éstas se formulan de la misma manera como se le explicaría a alguien el funcionamiento del sistema, definiendo para cada estado de entrada el comportamiento esperado a la salida. La cantidad de reglas a utilizar depende del número de entradas del sistema y las funciones de pertenencia definidas para cada una. En este caso se definieron dos variables de entrada las que a su vez poseen siete términos lingüísticos, entonces para este control se tienen 49 reglas.

Las reglas para el control constan de dos antecedentes y un consecuente, expresados por ejemplo como: (NM, ZE, PM) donde NM y ZE corresponden a los conjuntos para el *Error de tensión* y la *Razón de variación de tensión* respectivamente, mientras que PM corresponde

dV / e	NL	MN	NS	ZE	PS	PM	PL
NL	PL	PL	PL	PL	PM	PS	ZE
NM	PL	PL	PM	PM	PS	ZE	NS
NS	PL	PM	PS	PS	NS	NM	NL
ZE	PL	PM	PS	ZE	NS	MN	NL
PS	PL	PM	PS	NS	NS	NM	NL
PM	PM	ZE	NS	NM	NM	NL	NL
PL	ZE	NS	NM	NL	NL	NL	NL

Tabla 1. Base de Reglas para el RAV

al Voltaje de salida. Estas reglas describen cómo modificar la variable de control para valores observados de las variables involucradas.

El conocimiento que se tenga del comportamiento del RAV y algo de sentido común, son usados para establecer la totalidad de las reglas que permiten completar la matriz. Las reglas lógicas del sistema se presentan en la **Tabla 1** y su completa edición es obtenida con la herramienta de Lógica Difusa del LabView.

Cuando todas las reglas han sido procesadas, se deben establecer las reglas que controlan la variable de salida relevante, evaluando su validez para

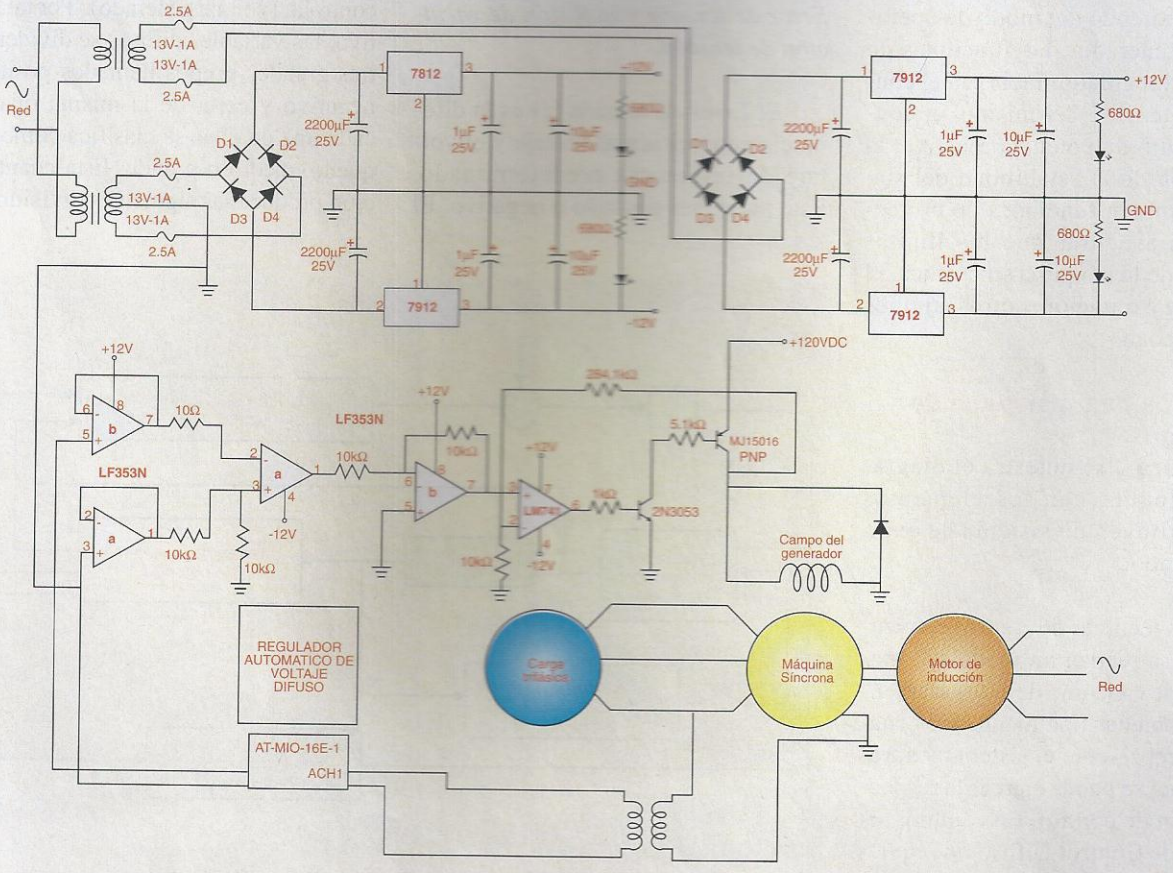


Figura 4. Diagrama general sistema de control

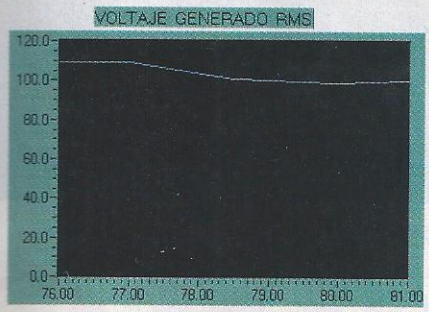


Figura 5. Voltaje Generador Vs Tiempo para una carga de 0.3 A. Sin Control

cada valor de entrada y así poder determinar el valor concreto que debe aplicarse a la salida, en respuesta a dicho valor de entrada. En este caso, toda esta manipulación la realiza la PC siguiendo las instrucciones del programa de control, que permite además seleccionar la mejor estrategia en el cálculo de la salida. Aquí se utiliza el método Max-Min para la inferencia y el del Centro de Area o Centro de Gravedad en el proceso de defuzificación. Este último es el más utilizado de todos los métodos de defuzificación ya que proporciona variaciones suaves y continuas de la señal de control.

Montaje y ajuste

El controlador Lógico Difuso fue implementado en un modelo a escala de la máquina síncrona de 120VA y es utilizado un motor de inducción también a escala del laboratorio como su motor primario, con el fin de modelar los elementos de una planta generadora. La carga eléctrica es suministrada por un módulo de resistencias fijas trifásicas que permite la combinación de tres niveles de carga.

La figura 4 presenta un Diagrama General del sistema experimental desarrollado en el laboratorio, donde se pueden apreciar los principales componentes del sistema de control como son: Planta (Generador-Primomotor), Circuito excitador del campo del generador, Tarjeta de Adquisición de datos (AT-MIO-16E-1 de la National Instrument), Controlador Difuso (PC) y demás circuitos de acondicionamiento y medición.

El proceso de control puede describirse brevemente de la siguiente manera: El voltaje entregado por el generador es acondicionado, digitalizado y llevado a la PC, la cual mediante software determina los valores de entrada al controlador difuso y los procesa de acuerdo a un programa o algoritmo de control. Este programa contiene toda la base de conocimientos del sistema (variables difusas, reglas lógicas, funciones de pertenencia, etc.). Una vez procesada esta información, la salida es suministrada a la tarjeta de adquisición (interfase entre el mundo real y la PC), la cual envía un voltaje entre cero y cinco voltios que se utiliza para excitar el circuito actuador quien finalmente suministra la potencia requerida por el devanado de campo del generador síncrono y así garantizar el voltaje constante (110V.) para diferentes condiciones de carga.

Resultados experimentales

El programa cuando es ejecutado inicialmente garantiza que el voltaje generado por la máquina síncrona sea el voltaje de referencia deseado, que para este trabajo es de 110 VAC. Para probar el desarrollo del controlador, el generador es cargado usando un módulo de resistencias fijas trifásicas que permiten la combinación de tres niveles de carga: 0.1, 0.2 y 0.3 Amperios correspondientes al 33%, 66% y 99% de la capacidad nominal de la máquina utilizada.

En la **figura 5** se presenta la respuesta del generador síncrono a un nivel de carga del 99%, cuando no se ha realizado ninguna acción de control sobre el campo del generador. Se puede apreciar como dicho incremento se ve reflejado en el nivel de voltaje en los terminales del generador y en el tiempo de estabilización de la señal.

La **figura 6,** muestra el comportamiento del nivel de tensión en terminales del generador cuando se efectúa el control por medio del Regulador Automático de Voltaje Difuso. En la **figura 7** se presenta el voltaje generado cuando se realiza la conexión y desconexión de la carga de 0.3 Amperios y en **la figura 8** la salida del controlador que es finalmente la aplicada al campo del generador.

En general al compararse para cada una de las condiciones de carga las respuestas del generador antes y

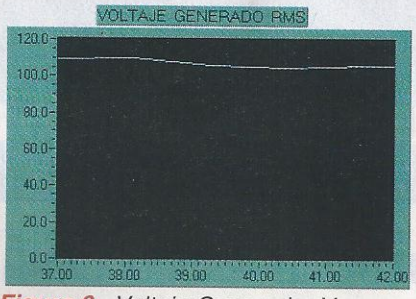


Figura 6. Voltaje Generador Vs Tiempo para una carga de 0.3 A. Con Control

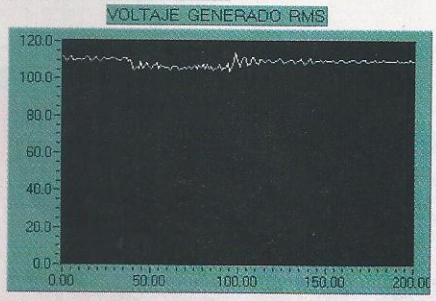


Figura 7. Voltaje Generador Vs Tiempo para una carga de 0.3 A. Con Control a su conexión y desconexión

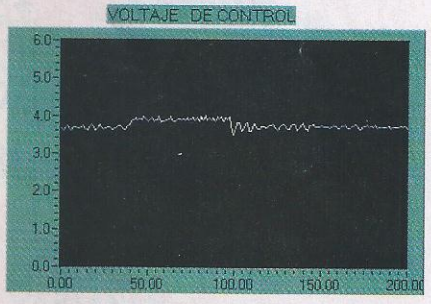


Figura 8. Salida del Controlador Vs Tiempo para una carga de 0.3 A.

después de implementado el control difuso, se puede observar que la caída en el voltaje al igual que el tiempo de estabilización del sistema es mucho menor cuando se efectúa el control.

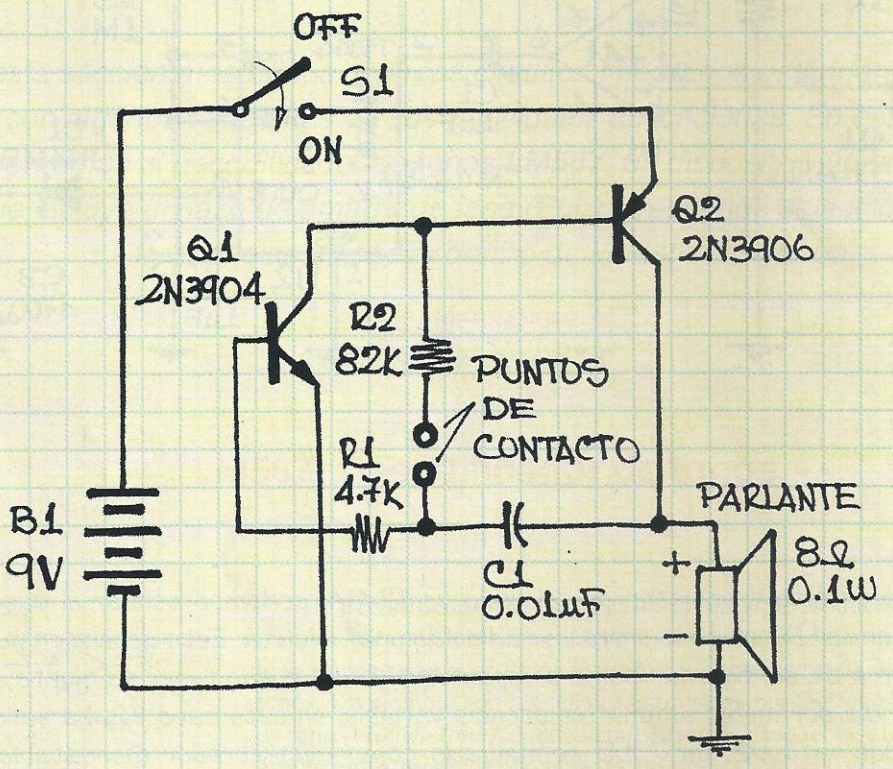
Es posible apreciar que el tiempo de estabilización del sistema es mayor cuando se presenta la desconexión de la carga que cuando se conecta la misma debido a la inercia mecánica del generador. También se puede notar como el nivel de tensión al retirar la carga es levemente inferior al nivel de tensión antes de introducirla, debido a que el generador busca un nuevo punto de operación estable (efecto de la histéresis en la magnetización). Una tabla comparativa de los resultados

Continúa en la página 68...

Cuaderno de experimentos

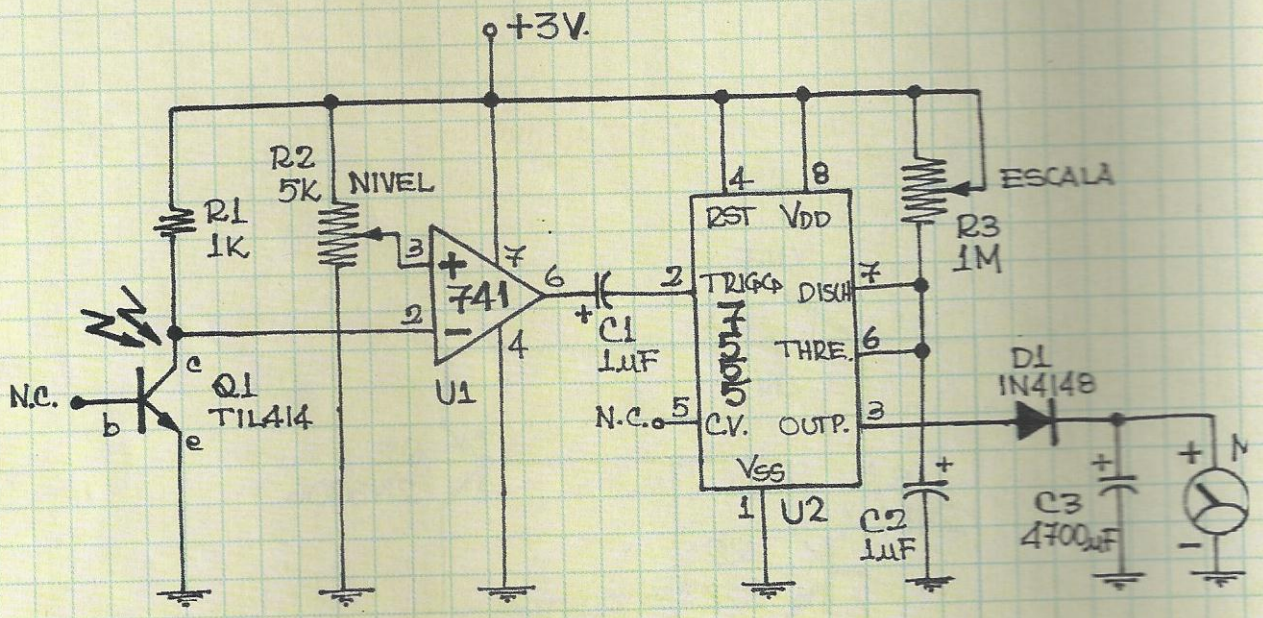
En esta sección se presentan circuitos prácticos, útiles y sencillos, con componentes fáciles de conseguir, que usted mismo puede ensamblar utilizando un protoboard, un circuito impreso universal o cualquier otro método de construcción. Todos los montajes han sido suficientemente comprobados, pero usted puede experimentar con ellos y adecuarlos a sus necesidades particulares. Una vez haya conseguido el grado de funcionamiento deseado, fabrique un circuito impreso para su proyecto e instálelo en forma definitiva en un chasís metálico o plástico.

Sencillo detector de mentiras



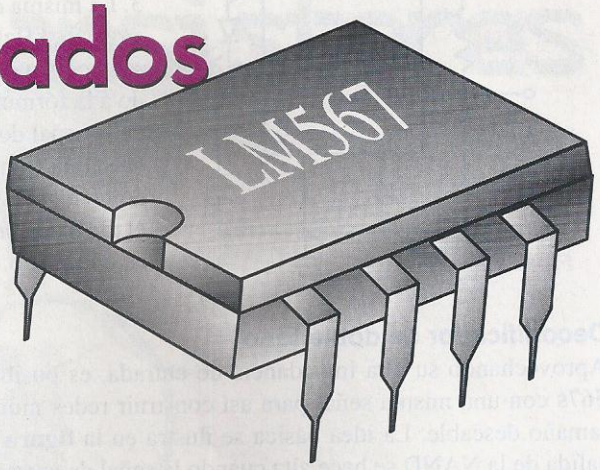
Cuando decimos alguna mentira, nuestro cuerpo nos delata: nos ponemos nerviosos y el pulso varía. Incluso, nuestra piel cambia un poco sus características al variar la resistividad inherente a ella. Este detector se basa en esa propiedad. Al variar la resistencia de la piel, se hace variar la frecuencia de un oscilador de tonos desarrollado alrededor de Q1, Q2 y sus componentes asociados. Como puntas de contacto se pueden utilizar por ejemplo, dos terminales de bronce de 1/4 de pulgada. La frecuencia de la señal producida se registra en forma audible en el parlante, de esta manera se producen tonos agudos cuando la resistencia entre las puntas de contacto es baja y tonos graves cuando es alta.

Velocímetro para bicicleta



Utilizando un foto transistor, por ejemplo un TIL414, podemos sensar el paso de la luz emitida por un LED ubicado entre los radios de una bicicleta. Esto genera un pulso, el cual es enviado a U1, configurado como comparador, el cual puede tener su ajuste de offset o de referencia por medio de una resistencia variable, en este caso R2. La salida de este comparador va a U2, un 7555 configurado como multivibrador monostable. La señal originada por este dispositivo puede enviarse a un elemento medidor M1, el cual registra un valor medio que es una medida indirecta de la frecuencia de esos pulsos, y por tanto, de la velocidad a la cual se desplaza.

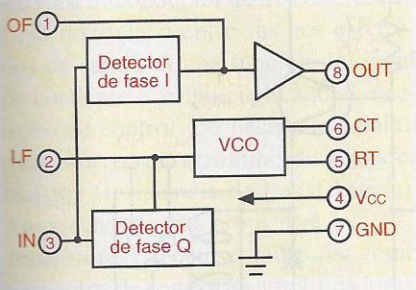
Circuitos integrados & Aplicaciones



En esta sección mostramos diversos circuitos integrados estándares o de uso común con algunos esquemas de sus principales aplicaciones. En esta oportunidad nos referiremos al decodificador de tonos ***LM567****, un dispositivo versátil de 8 pines que incluye un lazo de amarre de fase (PLL) y responde selectivamente a frecuencias ubicadas dentro de un estrecho rango.*

JORGE E. HERNÁNDEZ M.
edher@telesat.com.co

LM567. Decodificador de tonos



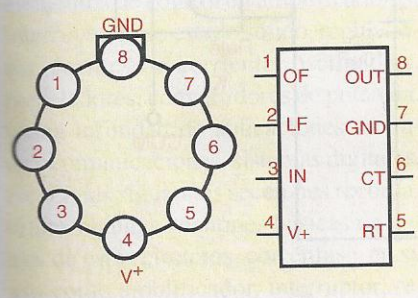


Figura 1

Un **decodificador de tonos** es un circuito que produce como salida una señal reconocible cuando recibe en su entrada un tono de determinada frecuencia. También puede reconocer tonos específicos dentro de señales formadas por varios tonos. Un ejemplo son las señales entregadas por teléfonos dotados de marcador de tonos (*Touch-Tone*), donde la pulsación de cada tecla, digamos el asterisco (*), produce dos tonos de frecuencias diferentes (941Hz y 1209 Hz, en este caso). También se utilizan en buscapersonas, controladores y monitores de frecuencia, osciladores de precisión, decodificadores de telemetría, y otros equipos.

En este artículo examinaremos el circuito integrado **567**, un decodificador de tonos monolítico estándar de 8 pines, disponible en cápsulas DIP y metálica para montaje por inserción, y SOIC para montaje superficial. En la **figura 1** se muestran su diagrama interno de bloques y la asignación de pines en estas presentaciones. Sus principales bloques constructivos son un PLL, un detector de fase en cuadratura, un amplificador y un transistor de salida operando como interruptor. El PLL, a su vez, contiene un oscilador controlado por corriente (CCO), un detector de fase y un filtro de realimentación. El dispositivo se ofrece bajo distintas referencias dependiendo del fabricante, incluyendo **NE567** (Philips), **AD567** (Analog Devices), **XR567** (Exar), **LM567** (National Semiconductor), etc.

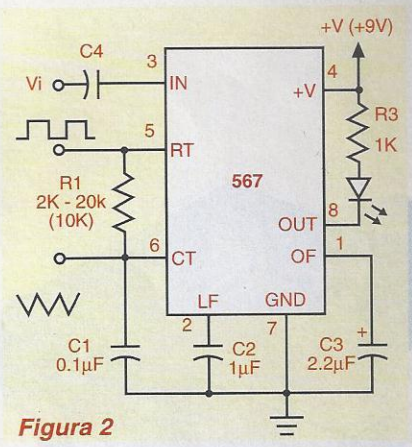


Figura 2

Circuito típico de utilización

El **567** se utiliza primariamente como interruptor controlado por frecuencia. En este modo de aplicación, **figura 2**, la señal de entrada (Vi), proveniente por ejemplo de un oscilador, se acopla capacitivamente, mediante C4, al pin 3. La misma debe ser mayor de 100mV rms. La frecuencia central de detección (fo, kHz) puede ser fijada en cualquier valor desde 0.1Hz hasta 500kHz seleccionando adecuadamente los valores de R1 (kΩ), y C1 (µF), de acuerdo a la fórmula **Fo = 1.1/(R1xC1)**. Una vez el 567 detecta que la frecuencia de la señal de entrada se encuentra dentro de su ancho de banda de captura, su salida (pin 8) se hace baja, iluminando, en este caso, el LED, que actúa como testigo. Simultáneamente, entrega en el pin 5 una onda cuadrada y en el pin 6 una onda diente de sierra exponencial. La frecuencia de estas señales es igual a Fo. Mientras esto no suceda, la salida permanece alta.

Decodificador de doble tono

Aprovechando su alta impedancia de entrada, es posible alimentar varios **567s** con una misma señal para así construir redes multitono de cualquier tamaño deseable. La idea básica se ilustra en la **figura 3**. En este caso, la salida de la NAND se hace alta cuando la señal de entrada contiene un tono de la misma Fo de IC1 o de IC2. Por ejemplo, si Fo=697 Hz para IC1 y Fo=1209 para IC2, y la entrada es una señal telefónica DTMF, la salida sólo se activaría al pulsar cualquiera de las teclas 1, 2, 3, 4, 7 y *.

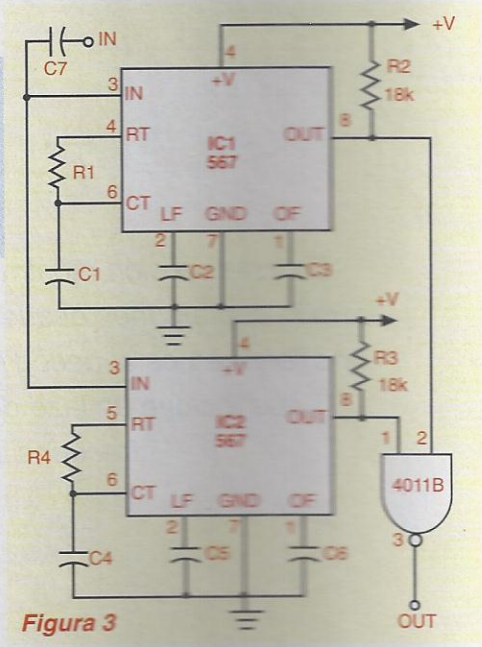


Figura 3

Interruptor remoto infrarrojo

El sistema de la **figura 4**, correspondiente al kit **CPE-23** de **CEKIT**, activa un relé (K1) cada vez que un objeto interrumpe un haz de luz infrarroja. El 555 del transmisor pulsa el LED a una frecuencia determinada, ajustable mediante R1, produciéndose una señal óptica que es captada por el fotodiodo del receptor (D1). Una vez reconvertida a una forma eléctrica, esta señal alimenta la entrada de un 567 (IC2), sintonizado a la misma frecuencia del transmisor. Mientras no se interrumpa el haz de luz, el 567 permanece enganchado. Por tanto, el LED D2 y el relé K1 se mantienen energizados. Al interrumpirse el haz, esta situación se invierte. El alcance del circuito es del orden de 5 cm.

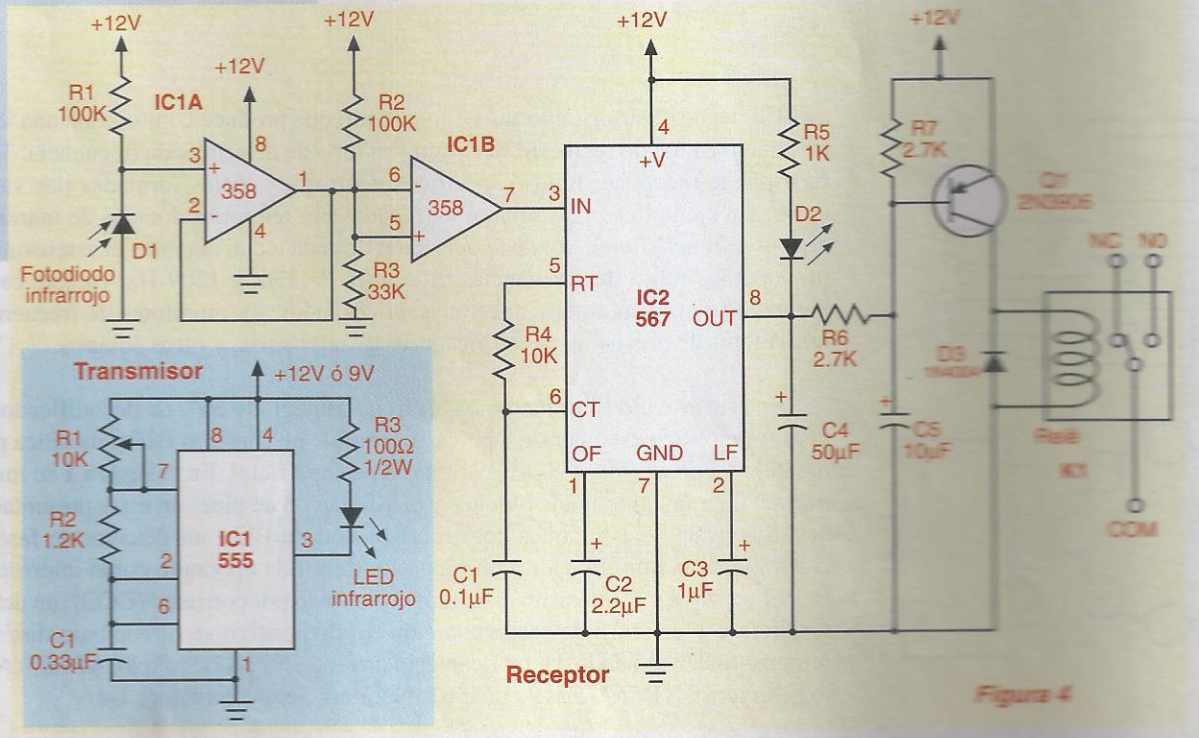
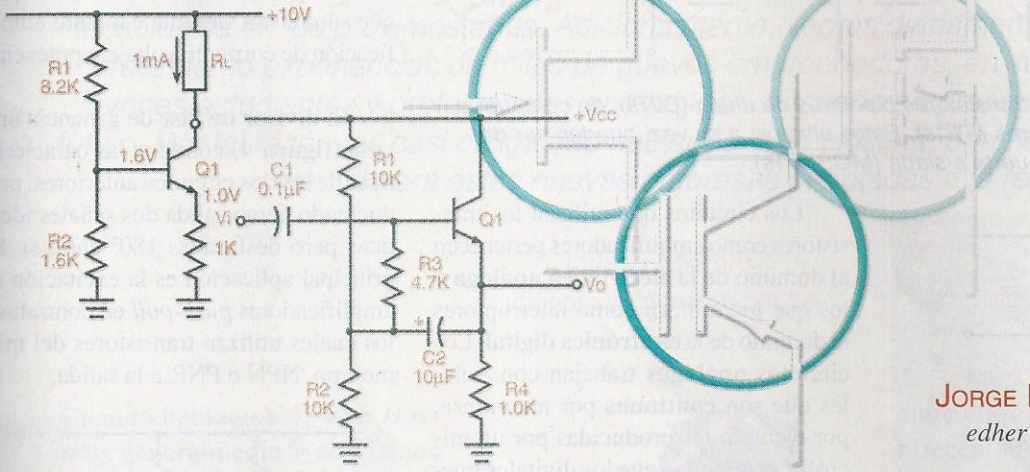


Figura 4

Circuitos básicos con transistores



JORGE E. HERNÁNDEZ M
edher@telesat.como.co

En transistor, inventado en 1948 en los laboratorios de la Bell Telephone en Estados Unidos por un grupo de científicos liderados por J. Bardeen, W. Shockley y W. Brattain es, sin duda, el componente más versátil e importante de la electrónica moderna, tanto a nivel de circuitos discretos como de circuitos integrados e híbridos. Este artículo es un breve recorrido, sin matemáticas, por algunos de los circuitos básicos con transistores sobre los cuales se edifica gran parte de la tecnología moderna.

Un **transistor**, en general, puede ser definido como un dispositivo semiconductor de tres terminales cuya resistencia entre sus dos electrodos de salida es una función del nivel de corriente o voltaje aplicado al electrodo de control. De hecho, la palabra transistor es un acrónimo de **trans**fer re**sistor** (resistencia de transferencia). Aprovechando esta propiedad, los transistores pueden ser utilizados como elementos de control en amplificadores, interruptores de estado sólido, reguladores, fuentes de corriente, osciladores, mezcladores, convertidores de potencia, y una infinidad de aplicaciones en audio, comunicaciones, sistemas digitales, etc. En las siguientes secciones recordaremos algunas versiones básicas de varios de estos circuitos, con énfasis en su uso como amplificador, interruptor, regulador de voltaje y fuente de corriente.

Los transistores pueden ser agrupados básicamente en dos grandes familias: los transistores bipolares de unión o **BJTs** (*Bipolar Junction Transistors*) y los transistores de efecto de campo o **FETs** (*Field Effect Transistors*). Los primeros pueden ser **NPN** o **PNP**, y los segundos **JFETs** (*Junction Field Effect Transistors*: FETs de unión) o **MOSFETs** (*Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistors*: FETs de compuerta aislada). Tanto los JFETs como los MOSFETs pueden ser de **canal N** o de **canal P**. Los MOSFETs, a su vez, pueden ser de **enriquecimiento** o de **empobrecimiento**. En la **figura 1** se muestran los símbolos utilizados para representar estos dispositivos.

Actualmente son también muy populares los transistores bipolares de compuerta aislada o **IGBTs** (*Insulated Gate Bipolar Transistors*), examinados en un número anterior de **E&C**, que son esencialmente un híbrido entre los BJTs y los MOSFETs de potencia. Los IGBTs, a su vez, pueden ser de dos tipos: **NPN** o de **canal N** y **PNP** o de canal **P**.

Los transistores bipolares son esencialmente dispositivos controlados por corriente. Esto significa que una corriente muy pequeña inyectada en el circuito de base (I_B) puede controla una corriente I_C muy grande en el circuito de colector. La I_C puede ser o no una réplica ampliada de la I_B, dependiendo de si las condiciones de polarización de ambos circuitos hacen que el transistor trabaje o no en su zona activa. En el primer caso se dice que el transistor opera como **amplificador** y en el segundo que opera como **interruptor**. Esto último es aplicable, en general, a cualquier transistor.

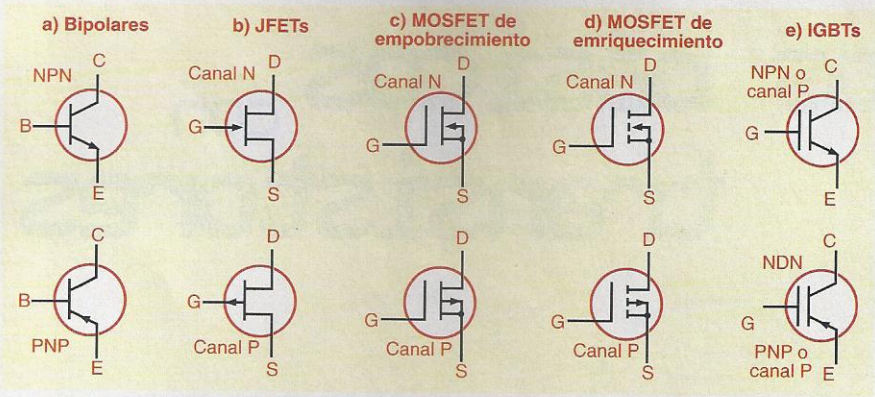


***Figura 1**. Simbología de transistores bipolares de unión (BJTs), de compuerta aislada (IGBTs) y unipolares (FETs). Estos últimos, a su vez, pueden ser de unión (JFETs) o de compuerta aislada (MOSFETs).*

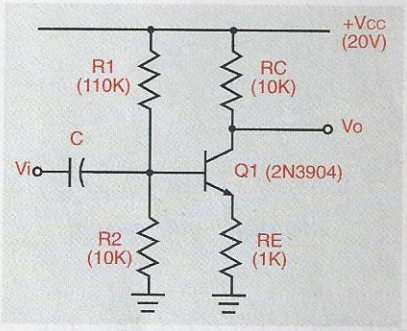


***Figura 2.** Amplificador de emisor común con degeneración de emisor. Las resistencias R1, R2, RC y RE polarizan adecuadamente el transistor y determinan su punto de trabajo. Con los valores indicados, la corriente de colector de reposo (I_{CQ}) y la ganancia de voltaje (A_v) son del orden de 1 mA y 10 (20dB), respectivamente. Esta última es igual a la relación R_C/R_E.*

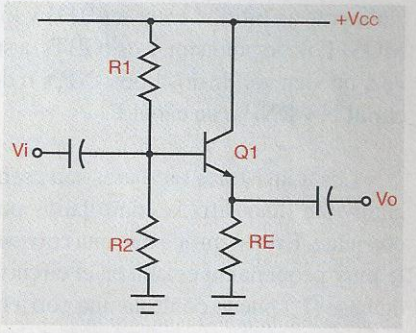


***Figura 3**. Amplificador de colector común o **seguidor emisor**. Este tipo de montaje proporciona una ganancia de voltaje cercana a la unidad, pero se caracteriza por su alta impedancia de entrada y su baja impedancia de salida. Por esta razón, comúnmente se utliza como como buffer o adaptador de impedancias. Note que no se requiere de resistencia de colector.*

Los circuitos que utilizan los transistores como amplificadores pertenecen al dominio de la **electrónica análoga** y los que los utilizan como interruptores al dominio de la **electrónica digital**. Los circuitos **análogos** trabajan con señales que son **continuas** por naturaleza, por ejemplo las producidas por un micrófono, mientras que los digitales operan con señales **discretas**, es decir que sólo pueden adoptar un número determinado de valores, digamos los datos de un teclado.

Los transistores de efecto de campo (JFETs y MOSFETs) y los IGBTs son esencialmente dispositivos controlados por voltaje. Esto significa que un voltaje V_G, relativamente pequeño y sin mayor capacidad de corriente, inyectado en el circuito de compuerta puede controlar una corriente I_D o I_C muy grande en el circuito de drenador (FETs) o de colector (IGBTs), ya sea de manera lineal o en el modo de conmutación. Aunque tanto los MOSFETs como los IGBTs responden a un voltaje de control, los IGBTs ofrecen mejores características de conducción y pueden conmutar corrientes y voltajes más grandes. Su principal limitación es la velocidad, lo cual restringe su uso a bajas y medianas frecuencia (menos de 100kHz).

Amplificadores

La aplicación primaria de los transistores es como dispositivos de amplificación de voltaje, corriente o potencia. La idea básica de un amplificador es recibir una señal débil y convertirla en una señal más potente. Obviamente, la potencia adicional la proporciona la fuente de alimentación. En las **figuras 2-9** se muestran algunas configuraciones básicas de amplificadores con transistores bipolares para aplicaciones de baja frecuencia. En un amplificador de **emisor común** (**figura 2**), por ejemplo, la señal de salida (Vo) aparece invertida con respecto a la señal de entrada (Vi), mientras que en uno de **colector común** (**figura 3**) aparece en fase. La primera es la más utilizada porque suministra simultáneamente amplificación de corriente,voltaje y potencia.

El **divisor de fase** de ganancia unitaria (**figura 4**) combina las características de los dos circuitos anteriores, produciendo como salida dos señales identicas pero desfasadas 180° entre sí. Su principal aplicación es la excitación de amplificadores *push-pull* en contrafase, los cuales utilizan transistores del mismo tipo, NPN o PNP, a la salida.

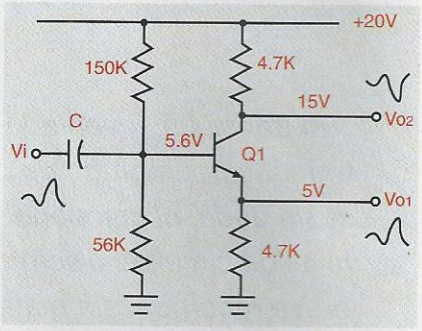


***Figura 4**. Divisor de fase de ganancia unitaria. Las salidas deben ser cargadas con impedancias iguales o muy altas para mantener la simetría.*

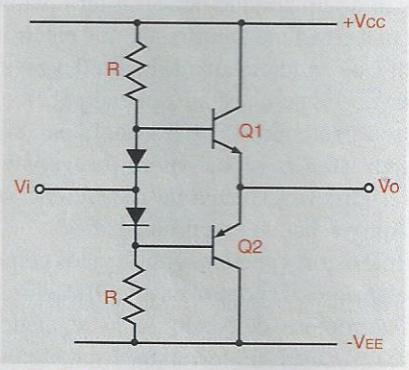


***Figura 5**. Amplificador push-pull de simetría complementaria Q1conduce durante las porciones positivas de la señal de entrada y Q2 durante las negativas. Los diodos proporcionan una ligera polarización directa para minimizar la distorsión de cross-over.*

Pasa a la página 51...

Web hosting

El comercio electrónico, una de las principales consecuencias de Internet, apunta a ser una de las fuerzas que mayor impacto va a tener en la creación de empresas de base tecnológica en los próximos años. Adicionalmente, vemos diariamente, el interés con crecimiento exponencial, de miles de nuevos emprendedores, en su gran mayoría jóvenes estudiantes y profesionales que poseen su sueño empresarial con visión de futuro. Por tal razón, es casi obligatorio hablar de Web Hosting, una herramienta fundamental para estas nuevas empresas orientadas a la red.

Diego Medina
diegomed@interco.net.co

Cuando hablamos de *Web Hosting*, generalmente lo asociamos al arrendamiento de espacio en el disco duro de un ISP(*Internet Solution Provider*) en el cual se alojan páginas Web y las bases de datos asociadas a ellas. Sin embargo, el *Web Hosting* va mucho mas allá de este concepto, pues tiene varias alternativas poco conocidas por los nuevos emprendedores, que deben ser tenidas en cuenta en el momento de seleccionar cuál es el adecuado, en el instante en que se decida aventurar en un nuevo negocio.

El *Web Hosting*, se caracteriza por disponer de un canal dedicado de Internet, las 24 horas del día. Su centro de operaciones está en un edificio estratégicamente ubicado cerca a nodos de empresas que prestan servicios de Telecomunicaciones. En dicho lugar se alojan físicamente los servidores WEB de varias empresas, cumpliendo con políticas de seguridad técnicas y físicas muy estrictas,

para evitar la intromisión inescrupulosa de personas que quisieran alcanzar información confidencial (*Hackers* o *Crackers*).

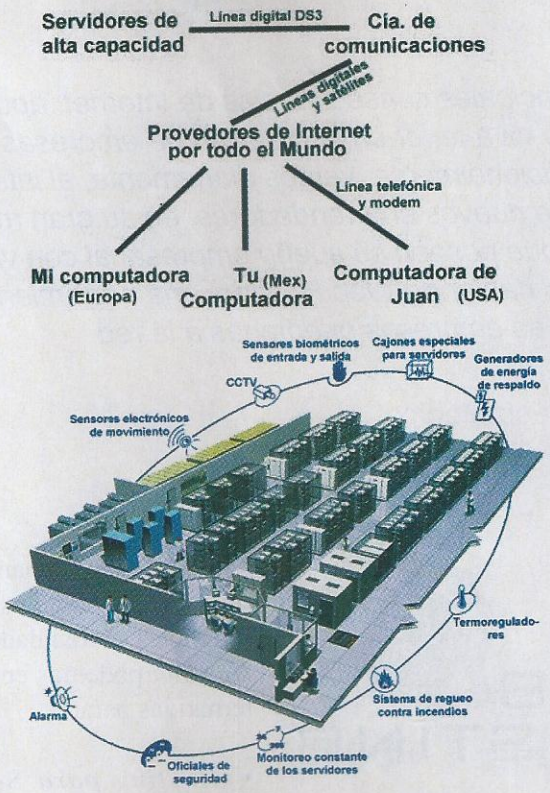
Solamente personal autorizado puede entrar a estos centros de datos. Los Ingenieros experimentados en Internet, garantizan la tranquilidad de la operación de cada negocio, vigilando 24 horas al día el desempeño de su servidor y atendiendo los inconvenientes que se puedan presentar.

Cada una de estas alternativas poseen variables técnicas en común, como el canal dedicado de Internet con un ancho de banda óptimo, servidores de Web, servidores de Acceso, *firewall*, transacciones seguras, software, contenido, etc., pero se diferencian entre ellos por la manera en que ofrecen sus servicios. Entre las diferentes modalidades de *Web Hosting*, podemos encontrar alternativas para:

- *Hosting para Servidores Dedicados.*
- *Hosting para Servidores Colocados*
- *Hosting por administración del Cliente*
- *Hosting a la medida del Cliente.*

Hosting para Servidores Dedicados. Ayuda a los clientes que necesitan su Web Site, a lograr su estrategia de negocios con base en Internet. Esta es una solución para empresas que necesitan una administración total y el soporte al servidor dedicado por las constantes operaciones y transacciones que se generan en las aplicaciones de Web Interactivas, como la administración de Bases de Datos, Moto-

¿Cómo funciona?



res de Búsqueda, Audio, Vídeo, Multimedia y Comercio Electrónico. La empresa que ofrece el *Web Hosting*, suministra, configura y da mantenimiento a todo el Hardware y Software. Además, realiza todo el proceso de administración del servidor del cliente.

Hosting para Servidores Colocados. Es la solución perfecta para empresas de *alta tecnología* que deseen usar su propio equipo y que se sienten cómodas administrando su propio servidor de red. Estas compañías buscan incrementar la calidad de su conectividad a Internet, en un ambiente seguro.

El cliente invierte en el servidor de Red con otros equipos periféricos y es responsable por su configuración, mantenimiento y administración del sistema.

Hosting por administración del cliente. Es una variación del *Hosting* para servidores colocados. Es ideal para empresas que prefieren arrendar su servidor de Web a comprarlo, configurarlo e instalarlo ellos mismos.

En este caso, se les suministra el servidor dedicado y se realiza tanto la configuración inicial de su sistema operacional como la del software del servidor. El cliente es quien mantiene el servidor y es responsable de configurar el software, administrar todo el sistema, mantenimiento y soporte del Software y hardware.

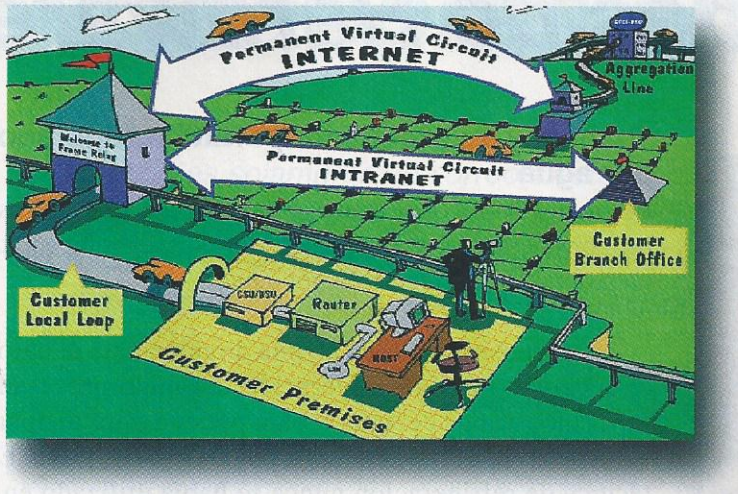
Hosting a la medida del cliente. Se caracteriza por el desarrollo de aplicaciones a la medida; aspecto que no es contemplado por los anteriores niveles de servicio. La empresa de Hosting, realiza el desarrollo de las aplicaciones requeridas por el cliente, administra los servicios especializados de sistemas y presta soporte a la gerencia del proyecto.

Es un servicio adecuado para empresas que quieren implementar Web *Sites* con necesidades puntuales y complejas, como aplicaciones de Comercio Electrónico, desarrollo de *extranets* corporativas y programas de educación a distancia. Se presta asistencia total en el desarrollo, diseño, implementación y administración del proyecto.

Escoger el tipo de *Web Hosting* adecuado, garantiza al nuevo emprendedor, dedicarse a lo fundamental de su negocio, mientras los expertos mantienen en operación su infraestructura.

Para escoger un servidor de Hosting es importante saber qué servicios presta, ya que dependiendo de la empresa, los parámetros o condiciones de sus características pueden variar. Las siguientes son las más importantes:

- Espacio en servidor
- Transferencia mensual
- Conexiones DS3
- Servidores Sun Enterprise
- Dominio Propio
- Sub-dominio



- Directorio cgi-bin
- Soporte para SSI
- Extensiones de FP 2000
- Cuentas POP3
- Adelantadores de correo
- Autoresponders de correo
- Majordomo Listserv
- Mailing List Manager
- Cuentas de FTP
- FTP Anónimo
- Acceso a Telnet
- Estadísticas y contadores
- Miva Engine
- ShockWave
- Bases de datos MySQL
- PHP 3.0
- Python 1.5
- Panel de Control
- Chat room de JAVA
- Real Audio/Video
- Password Manager
- Ultimate Bulletin Board
- Excite Search
- Conference Room
- Servidor seguro SSL
- Hassan Shoping Cart
- Comercio Electrónico
- Scripts pre-instalados
- Respaldo de información
- Porcentaje de tiempo en línea
- Inclusión en motores de búsqueda

Conclusión

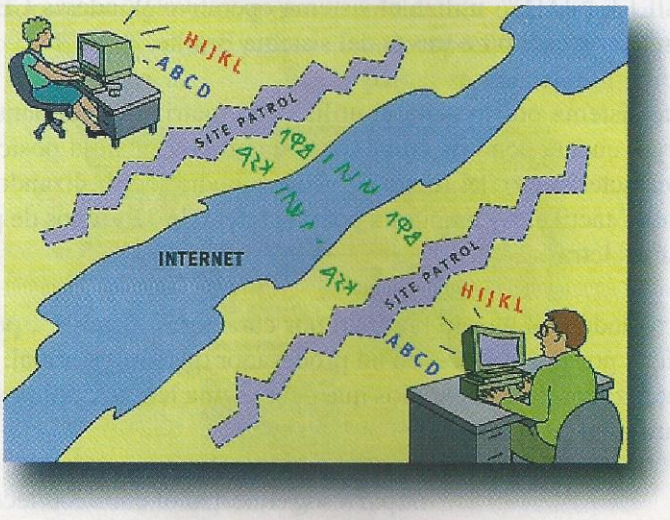
Digamos que se tiene un negocio y ya es tiempo de aprovechar los últimos avances tecnológicos para promocionarlo fuera de la localidad, para dar un soporte más eficiente a los clientes o para vender los productos por todo el mundo. El camino es utilizar la red de redes Internet y adquirir una página Web.

Esta página requiere de un diseño con textos y gráficos apropiados y de un servidor de muy alto rendimiento con una conexión de alta velocidad a Internet. Como dicho servidor y conexión requieren de una inversión importante, además su administración y mantenimiento demanda de personal calificado, resulta poco eficiente para una empresa pequeña o mediana adquirir uno propio. Afortunadamente existe la opción de rentar espacio en un servidor administrado por especialistas.

A ese servicio de renta de espacio en un servidor de alto rendimiento para que todo el mundo pueda accesar a una página, se le llama *Web Hosting* (Hospedaje de páginas).

Para garantizar la seguridad existe INTERNIC, que es el organismo encargado de regular Internet a nivel mundial. Al elegir el plan de Hosting con *Nombre de Dominio Propio*, el nombre de la página es registrado con exclusividad ante la INTERNIC por dos años.

Vencidos estos dos años el trámite debe renovarse para garantizar que el nombre no sea tomado por alguien más.



Novedades de Hardware

Toshiba y su ordenador portátil refrigerado por agua

El Protege 3440CT es el nuevo modelo lanzado por Toshiba, considerado el primer ordenador portátil equipado con un sistema de refrigeración por agua.

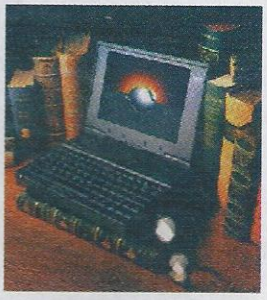
Un dispositivo que se acopla directamente al chip es el encargado de la refrigeración del microprocesador, utilizando vapor de agua a baja presión para disipar el calor a través de la carcasa de magnesio del equipo. Esta técnica de refrigeración nunca se había utilizado en un equipo portátil, ya que sólo suele emplearse en equipos cuyos procesadores trabajen en una frecuencia mayor.

Otra característica novedosa del Portege 3440CT, es la batería de Ión-litio de dos centímetros y medio de espesor que se une a la base del portátil para suministrarle la energía suficiente y completar nueve horas de autonomía, incluidas las dos y media que proporciona la batería normal. Un equipo portátil convencional sólo puede cubrir estas horas mediante el uso de cuatro baterías.

Las demás características del Protege 3440CT son las de un portátil de gama alta, incluyendo el Pentium III a 500 MHz, 64 MB de RAM y una aceleradora gráfica de S3 Savage. Más información:

http://ibrujula.com/news/noticia
http://www.toshiba.ca/ISG/products/

"Braille note", el lado humano de la tecnología



Es reconfortante encontrar empresas como Pulse Data Internacional (Neozelandesa), que aún piensan en el ser humano. Así quedó demostrado luego de lanzar al mercado una computadora portátil para ciegos. Esta computadora bautizada "BRAILLE NOTE", utiliza el sistema operativo Windows CE de Microsoft y permite leer y escribir a través del sistema Braille.

Este sistema por lo general utiliza una matriz de seis puntos por letra, sin embargo, cuenta con dos puntos más que representan la posición del cursor y otras características del texto. El usuario podrá leer utilizando la yema de los dedos, gracias a que la "pantalla" táctil está compuesta por una hilera de 32 grupos de pequeñas clavijas que suben y bajan para formar las letras.

El teclado compuesto también por caracteres "Braille", permite escribir textos que luego pueden ser leídos por los videntes en un procesador de textos normal; además viene equipado con un módem, un sintetizador de voz para los que deseen una lectura rápida y puede conectarse a una PC convencional para transferir datos.

http://www.cnnespanol.com/200/tec/04/17/braille/

Accesorios para la captura de datos en los PDA

Para la mayoría de los usuarios de equipos PDA, el proceso más incómodo y lento es la captura de datos. Veamos dos alternativas que actualmente se tienen para solucionar este problema. Una desde el punto de vista del hardware y otra proporcionada por el software.

Jesús Antonio Pineda Rodas
jeanpiro@telesat.com.co

La empresa Compaq con sus modelos Palm y las PC palm Windows CE, así como los Jornada de Hewlett Packard, se han convertido en una magnífica herramienta para guardar notas, datos personales, y navegar en Internet, pero el proceso de capturar información se puede convertir en algo bastante complicado. Recordemos que el término PDA se ha referido a las computadoras que se manejan como organizadores con una sola mano.

Los dispositivos que pertenecen a esta categoría incluyen reconocedores de caracteres para la

T9® TEXT INPUT

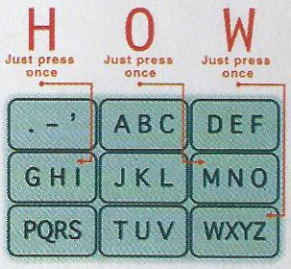
captura de datos (Graffiti en los dispositivos Palm y Jot de CIC en la unidades de Windows CE), además de minúsculos teclados virtuales en la pantalla, en los que se pueden escribir solamente letras, pero cuando se realizan procesos bastante extensos y que demandan cierto grado de velocidad, se tornan poco llamativos.

Actualmente, existen en el medio alternativas para acelerar la captura de datos en las dos plataformas PDA más importantes a un costo relativamente cómodo. Estas son:

- La primera (proporcionada por el hardware), es adicionar un teclado externo, donde los más sobresalientes son de Hewlett Packard y LandWare.
- La segunda alternativa (proporcionada por el software), es utilizar una aplicación de uso específico para la captura inteligente de datos de la compañía Tegic Communications.

No hay un solo método de captura que sea atractivo para todos los usuarios, pero los teclados externos tienen una ventaja proporcionada por la familiaridad y la velocidad que estos brindan a los usuarios.

Si utilizar un teclado externo con un PDA le parece absurdo, al aumentar la comodidad a expensas de la facilidad de transporte, recordemos que siempre es posible utilizar el reconocedor de caracteres interno de los PDA, para realizar los trabajos de campo y dejar el teclado en su casa u



oficina para los procesos de captura de datos prolongados.

La empresa *LandWare* tiene en el mercado dos teclados portátiles para organizadores Palm: el LandWare GoType para PalmPilot, Palm III, Palm IIIx y Palm VII y el GoType Pro para PalmV. Hewlett Packard por su lado brinda a sus usuarios de equipos Jornada el *external keyboard* que funciona con varios PDA HP con sistema Windows CE, lo que incluye las HP Jornada 420 y 428 tamaño Palm y las Jornada 680 y 680e portátiles.

Si no desea que quede suelta otra pieza del mecanismo, el programa T9 *Text Input* de *Tegic Communications*, disponible para organizadores Palm y dispositivos con sistema Windows CE, es una alternativa sorprendentemente sencilla que se utiliza con los PDA con pantalla táctil.

Características

• Hewlett Packard external keyboard

Está provisto de una cubierta suave para su protección. Su tamaño de 2.3 x 24.9 x 12.7 centímetros, es una excelente alternativa de espacio. No requiere de baterías y la conexión con el dispositivo PDA es por medio del puerto serial.

Para utilizarlo, se debe instalar el programa de manejo desde una computadora convencional. Una vez instalado el programa, el sistema PDA detecta en forma automática cuando tiene conectado el teclado.

Se pueden programar 16 funciones especiales utilizando las teclas F1 a F8 en asocio con la tecla Ctrl. Además, permite el uso de macros utilizando combinación de dos teclas y la programación de teclas para el manejo del correo electrónico.

• Teclados Landware GoType

Existen varias versiones y permiten la conexión en forma directa con una tapa auxiliar para su protección. Es más pequeño que el teclado de HP, sus medidas de 2 x 25.4 x 10.2 centimetros lo hacen muy tentador al usuario de equipos PDA.

El teclado *GoType* tiene una bahía para la conexión del dispositivo PDA, el cual debe ir en el centro del teclado, no requiere de cables ni de baterías independientes.

Tiene una limitante en el uso del módem, ya que no puede ser utilizado simultáneamente. Para el uso del módem, se debe desactivar el teclado. Adicionalmente, permite la carga de las baterías del dispositivo PDA mientras esté conectado el mismo.

Permite tener 24 funciones programadas para tener acceso directo con sólo presionar una tecla o combinación de máximo dos teclas para la ejecución de aplicaciones.

• Aplicación T9 text input

Este programa se instala desde una computadora personal (PC), convirtiendo el manejo de la pantalla táctil en un manejo de palabras y puntuación. Este programa es utilizado en otros dispositivos de uso cotidiano como teléfonos inalámbricos, localizadores y controles remotos.

Este programa está disponible en 10 idiomas y funciona con todas las aplicaciones para los sistemas Palm y Windows CE que aceptan captura de texto. El teclado se parece a un panel de teléfono celular. Tiene una tecla para la captura rápida de signos de puntuación. Si se desea se pueden habilitar los teclados adicionales para el manejo numérico, caracteres internacionales y teclado especial de navegación.

Si esta es la solución que estaba buscando, aquí están las direcciones de Internet para ampliar la información y verificar las características según el modelo:

www.landware.com
www.hp.com sección Jornada
www.tegic.com

...Viene de la página 26

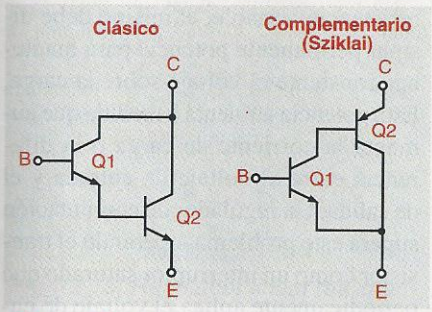


Figura 6. *Transistores en conexión Darlington clásica* ***(a)*** *y complementaria* ***(b)****. Ambos arreglos se comportan como un solo transistor NPN con una alta impedancia de entrada y una alta ganancia de corriente (β), equivalente a β1β2.*

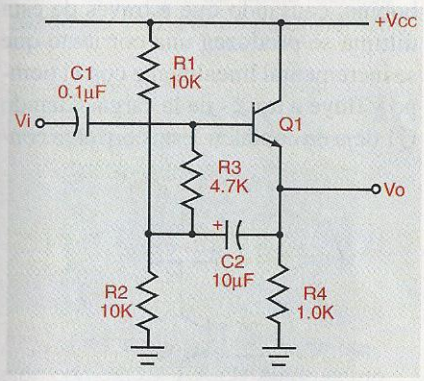


Figura 7. *Seguidor de emisor con* ***bootstrapping****. El transistor se polariza mediante R1-R2 a través de R3. C2 se escoge de modo que tenga una baja impedancia a las frecuencias de la fuente de señal. Esta última observa una impedancia casi infinita.*

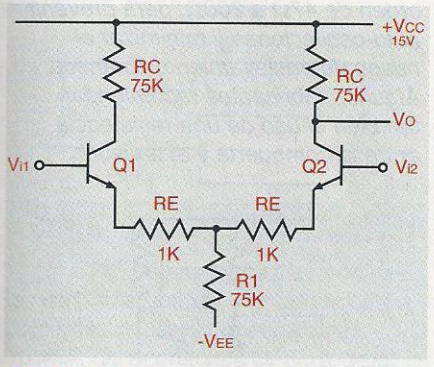


Figura 8. *Amplificador diferencial clásico. Típicamente, RE es pequeña, del orden de 1kΩ o menor, y R1 alta, de al menos 10K. Con los valores de componentes indicados, la ganancia diferencial (Vi1≠Vi2) es del orden de 30 y la de modo común (Vi1=Vi2) del orden de 0.5.*

Otra forma de conseguir el efecto *push-pull* sin necesidad de recurrir a un divisor de fase es utilizando una configuración de simetría complementaria, es decir con transistores de salida NPN y PNP, como se muestra en la **figura 5**. En este caso, se aplica la misma señal de entrada a la base de ambos transistores, pero sólo uno de ellos conduce en un momento dado.

Para controlar corrientes de salida elevadas o conseguir impedancias de entrada muy altas, y minimizar así el efecto de carga que impone un amplificador sobre la fuente de señal, una buena solución es conectar dos transistores en configuración Darlington clásica o complementaria, **figura 6**. En ambos casos, el par Darlington se comporta como un supertransistor con una ganancia de corriente igual al producto de las ganancias de corriente individuales. La conexión Darlington complementaria se denomina también **par Sziklai**.

Otra forma de aumentar la impedancia es utilizando la técnica del **bootstrapping**, como se indica en la **figura 7**. En este caso, la red R3C2 "levanta" la impedancia de entrada, haciendo que la misma, desde el punto de vista de la fuente de señal, sea casi infinita, en lugar de la impuesta por la red de polarización R1R2, que para este circuito es del orden de 9kΩ.

Otros montajes populares de amplificadores básicos con transistores son el diferencial y el cascodo. El primero, **figura 8**, como su nombre lo indica, se utiliza para amplificar la diferencia de voltaje entre dos señales de entrada. El cascodo, **figura 9**, se emplea principalmente en aplicaciones de RF para evitar el llamado **efecto Miller**, caracterizado por el aparente incremento de la capacitancia de la unión colector base (Ccb) observado por la fuente de señal y que limita la respuesta de frecuencia.

Las configuraciones de amplificadores con FETs son similares a las vistas anteriormente, excepto que no se necesita de una corriente de polarización en el circuito de compuerta y, por tanto, pueden obtenerse muy altas impedancias de entrada. En la **figura 10** se muestra como ejemplo un amplifi-

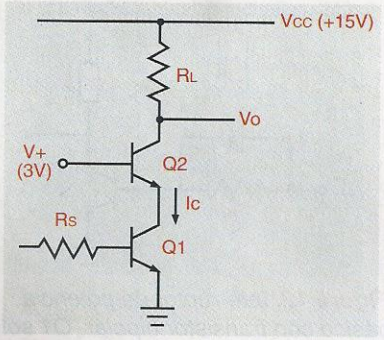


Figura 9. *Amplificador cascodo. Q1 es un amplificador de emisor aterrizado con RL como su resistencia de carga. Q2 elimina el efecto Miller, evitando que el colector de Q1 fluctúe. V+, obtenido de un zener o un divisor, es un voltaje de polarización fijo, de unos pocos voltios por encima del VCEQ de Q1, que conserva a Q2 en la región activa.*

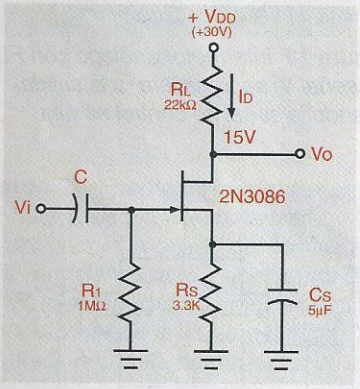


Figura 10. *Amplificador de surtidor común. Rs suministra una polarización negativa a la compuerta que reduce la corriente de drenador (ID) y permite acomodar señales de salida grandes. R1 estabiliza el punto Q y la ganancia AC. Esta última es del orden de 10.*

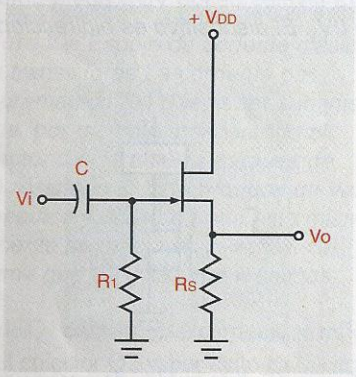


Figura 11. *Amplificador de drenador común o seguidor por fuente. Este circuito proporciona una ganancia de voltaje unitaria, pero una impedancia de entrada extremadamente alta.*

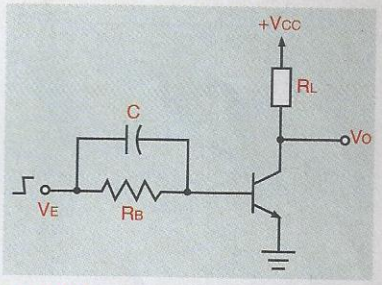


Figura 12. Interruptor de potencia básico con transistor bipolar. Q1 sólo conduce cuando se aplica un voltaje de nivel alto a la entrada.

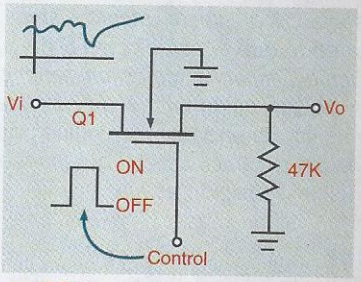


Figura 13. Interruptor análogo con FET. La señal Vi se transfiere a la salida cuando la señal de control es alta

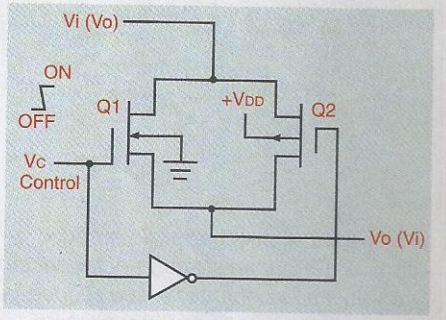


Figura 14. Interruptor análogo CMOS. Cuando la señal de control es alta, conduce Q1 para niveles de entrada desde 0V hasta antes de VDD, y Q2 para niveles desde VDD hasta antes de 0V . El dispositivo es bidireccional.

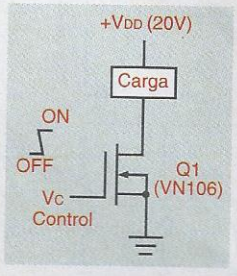


Figura 15. Interruptor de potencia con MOSFET. Q1 conduce cuando la señal de control, proporcionada, por ejemplo, por una salida TTL,es alta, digamos +5V, y se bloquea cuando es baja (0V).

cador de surtidor común y en la **figura 11** un amplificador de drenador común o seguidor por fuente.

Interruptores

Una de las principales aplicaciones de los transistores, en general, es como **interruptores** electrónicos o de estado sólido. En las **figuras 12 a 16** se muestran algunos ejemplos. En el caso de interruptores de potencia (**figuras 12,15 y 16**), el transistor en cuestión (BJT, FET, IGBT) trabaja en el modo de conmutación, es decir entre el corte (OFF) y la saturación (ON), respondiendo a una senal lógica de entrada. Esta última, que puede únicamente adoptar dos valores o rangos de valores, habilita o inhibe automáticamente el paso de corriente a la carga. Los interruptores análogos, **figuras 13** y **14**, que sólo pueden ser hechos con FETs, realizan una función similar, excepto que se utilizan para habilitar o bloquear automáticamente el paso de señales análogas de bajo nivel.

Reguladores de voltaje

Un **regulador de tensión** es un circuito que, interpuesto entre una fuente de voltaje no ideal y la carga, se encarga de regular o mantener constante el voltaje aplicado a esta última, a pesar de las variaciones del voltaje de entrada o de la corriente de carga. Esta función de control puede ser realizada eficientemente por un transistor, ya sea trabajando en su zona activa, es decir como amplificador, o entre el corte y la saturación, es decir como interruptor. En el primer caso se habla de un **regulador lineal** y en el segundo de uno **de conmutación**.

La idea básica de un regulador lineal con BJT se ilustra en la **figura 17**. En este caso, el zener actúa como referencia de voltaje, mientras que el transistor se encarga de aislarlo de la carga, manejando directamente la corriente de esta última y actúando como una resistencia variable en serie con la misma. Una versión más elaborada de este mismo circuito, utilizando realimentación negativa, se muestra en la **figura 18**. En este caso, el circuito proporciona una tensión de salida constante de 10V. Esta última puede ajustarse fácilmente a cualquier otro valor reemplazando R2 y R3 (red de realimentación) por un potenciómetro.

Puesto que en un regulador lineal el transistor de paso trabaja como una resistencia variable, el mismo debe disipar permanente potencia para mantener constante el voltaje sobre la carga. Esta potencia aumenta a medida que aumenta la corriente de carga o la diferencia entre el voltaje de entrada y el de salida. Un regulador de conmutación supera este problema, operando el transistor como un interruptor saturado que periódicamente aplica el voltaje de entrada no regulado a una bobina durante cortos intervalos de tiempo.

La idea básica de un regulador de conmutación se ilustra en la **figura19**. En este caso, cuando Q1 conduce, queda aplicado un voltaje Vo-Vi sobre la bobina, causando que a través de esta úiltima se produzca una corriente que se incremental linealmente con el tiempo y fluye a través de la carga. Cuando Q1 deja de conducir, esta corriente con-

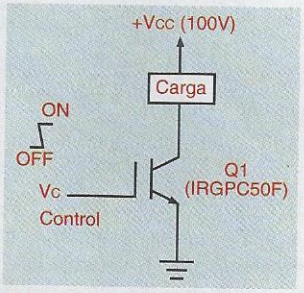


Figura 16. Interruptor de potencia con IGBT. Q1 conduce cuando la señal de control es alta y se bloquea cuando es baja. En algunas aplicaciones, puede ser necesario el uso de una resistencia en serie con la compuerta, del orden de 47Ω a 200Ω, para prevenir auto-oscilaciones y minimizar el riesgo de enclavamiento dinámico. Algunos fabricantes recomiendan también el uso de una resistencia entre la compuerta y el emisor.

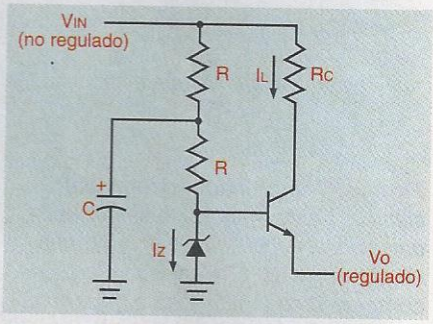


Figura 17. Regulador lineal básico. Q1 aísla el zener de la carga, independizando la Iz de la IL.

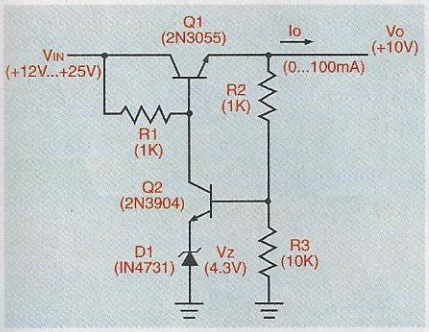


***Figura 18**. Regulador lineal realimentado. Las variaciones en el voltaje de salida (Vo) se detectan mediante el divisor formado por R2 y R1. Q2 actúa como transistor de control. Cuando Vo llega a 10V, Q2 conduce, derivando corriente de la base de Q1 y evitando que el voltaje de salida aumente. El circuito puede proporcionar otros voltajes de salida reemplazando R2 y R2 por un potenciómetro.*

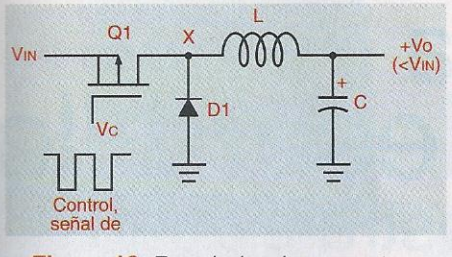


***Figura 19**. Regulador de conmutación con MOSFET. Q1 actúa como un interruptor, conectando y desconectando el voltaje de entrada (Vin) a la bobina (L) al ritmo impuesto por la señal de control. La energía almacenada en la bobina se transfiere al condensador de salida durante los períodos de OFF de Q1. Así se logra mantener un voltaje constante sobre la carga.*

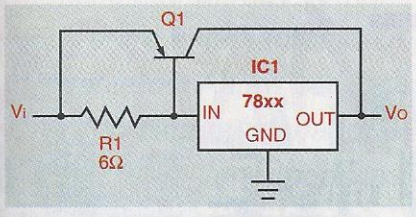


***Figura 20.** Regulador de tres terminales con transistor de paso externo. Para corrientes de carga por debajo de 100mA, Q1 permanece OFF y toda la corriente la provee el regulador. Al aumentar la corriente por encima de 100mA, el voltaje sobre R1 supera la barrera de 0.6V y Q1 conduce. Como resultado, la corriente a través del regulador queda limitada a 100 mA y el transistor transporta la corriente excedente. El voltaje de salida no cambia.*

tinua circulando en la misma dirección, excepto que ahora conduce D1 y el voltaje aplicado a la bobina es Vo-0.6V. Como resultado, la corriente comienza a disminuir linealmente. El proceso se repite. Los períodos de conducción y bloqueo de Q1 los controla la señal de pulsos aplicada a la compuerta.

Un transistor puede ser también utilizado para incrementar la capacidad de corriente de los populares reguladores monolíticos de voltaje de tres terminales de las series **78xx** y **79xx**, la cual usualmente no sobrepasa de 1 A. En la **figura 20** se muestra una forma de conseguirlo. En este caso, mientras la corriente de carga no sea mayor de 100mA, Q1 no conduce y, por tanto, esta corriente la suministra IC1. En caso contrario, el voltaje sobre R1 se hace mayor de 0.6V, haciendo que Q1 conduzca y transporte la corriente excedente. Por ejemplo, si la carga demanda 13 A, IC1 y Q1 transportarían, respectivamente, 0.1A y 12.9 A. Aumentando o disminuyendo el valor de R1 se consigue que el disparo de Q1 ocurra para corrientes menores o mayores de 100mA.

Fuentes de corriente

Finalizamos nuestra presentación de circuitos básicos con transistores haciendo una referencia obligada a las **fuentes de corriente** las cuales, como su nombre lo indica, mantienen una corriente fija a través de un circuito externo, independientemente de la resistencia de carga o del voltaje aplicado. En las **figuras 21-23** se muestran tres configuraciones sencillas. En la **figura 21**, el divisor resistivo formado por R1 y R2 aplica aproximadamente 1.6V al circuito de base. Por tanto, el voltaje sobre R2 es 1.0V y la corriente de emisor es siempre 1 mA. Puesto que $I_C \approx I_E$, esta corriente es la misma que circula a través de la carga.

En la **figura 22**, debido al efecto autopolarizador de la resistencia R1, se produce una corriente de drenador constante ID, menor que la corriente nominal (IDSS). El valor de R1 se determina a partir de las curvas características de drenador del FET particular considerado. Finalmente, en la **figura 23** se muestra el clásico «**espejo de corriente**», en el cual usted programa una corriente I_P en el colector de Q1 para que esta corriente se refleja en el colector Q2 y, por tanto en la carga. Preferiblemente, Q2 debe estar acoplado a Q1, es decir realizado sobre la misma pastilla. Este tipo de circuitos son muy utilizados como "resistencias activas" a nivel de circuitos integrados.

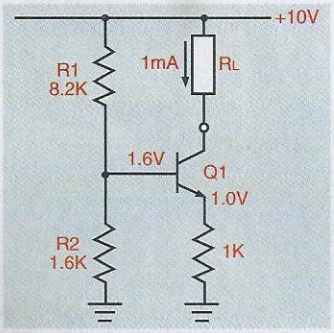


***Figura 21**. Fuente de corriente con BJT. El divisor formado por R1 y R2 suministra un voltaje de polarización constante (1.6V) a la base de Q1 para asegurar que el emisor esté siempre conduciendo, pero sin llegar a saturar el transistor.*

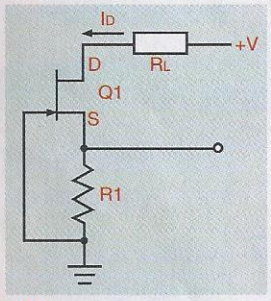


***Figura 22.** Fuente de corriente con FET. La resistencia R polariza inversamente la puerta con un voltaje $I_D R$, reduciendo la I_D y acercando el JFET a la condición de pinch-off. Con R=0, el valor de I_D es aproximadamente la corriente nominal (I_{DSS}).*

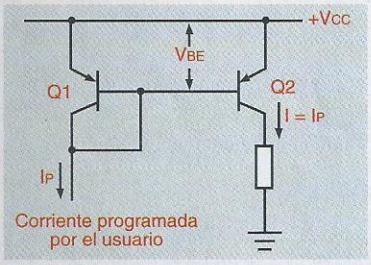
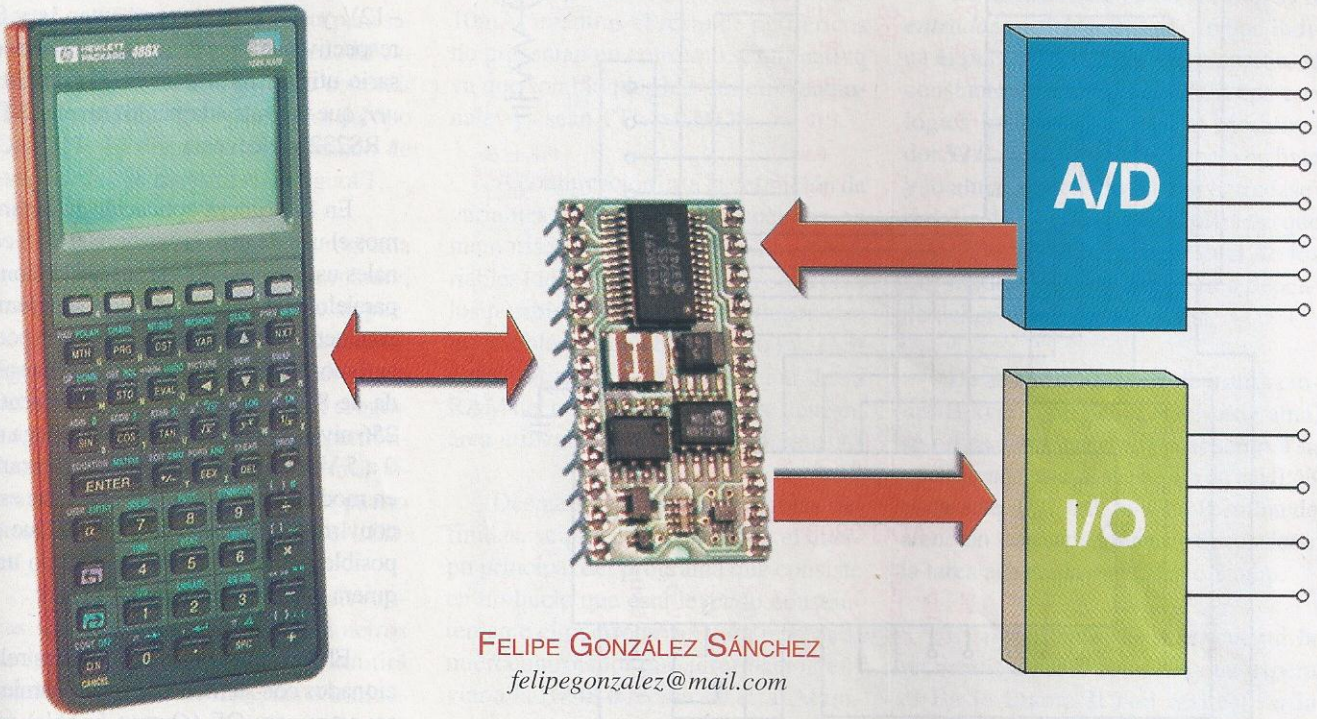


***Figura 23**. Espejo de coriente clásico con transistores La corriente de programación (I_P) puede ser suministrada, por ejemplo, conectando el colector de Q1 a tierra a través de una resistencia. Esto produce un V_{BE} específico y ocasiona que esta misma corriente se refleja en la carga. Se asume que Q1 y Q2 son idénticos.*

Módulo de Control usando la HP48 y el Basic Stamp II



FELIPE GONZÁLEZ SÁNCHEZ
felipegonzalez@mail.com

En artículos anteriores de esta revista habíamos publicado temas sobre la programación de alto nivel y en assembler de esta calculadora, muy común entre estudiantes e ingenieros. Ahora veremos como esta máquina, que realmente tiene todas las características de una computadora, puede utilizarse, no sólo como plataforma de desarrollo de software, sino también como un módulo de control con aplicaciones en el mundo externo.

La HP48 es una máquina que posee varios puertos de entrada/salida. Estos son: el puerto infrarrojo, un puerto serial RS232 y un puerto paralelo (Sólo disponible en la HP48GX y SX) que permite el uso de tarjetas insertables para diferentes aplicaciones. El objetivo ahora es realizar un módulo de hardware utilizando un microcontrolador como interfaz a través del puerto serial de la calculadora, permitiendo así tener un sistema de adquisición de datos y tener conexión a diferentes periféricos para controlar dispositivos de salida como motores, leds, lámparas, válvulas, etc.

Existen varias posibilidades para hacer esta interfaz; en este caso se va a utilizar el Basic Stamp II, un módulo que consiste en un sistema con un microcontrolador PIC, una memoria y tiene una gran ventaja ya.que es programable en lenguaje Basic lo cual facilita su programación ya que ésta se hace en un lenguaje de alto nivel y no en lenguaje ensamblador que es más complicado y demanda mayor conocimiento para los principiantes.

El Basic Stamp II presenta muchas características que le permiten adaptarse fácilmente al sistema que desarrollaremos aquí. Posee 16 líneas de entrada/salida totalmente programables de forma independiente, manejo de puertos seriales por cualquiera de estos pines, y no se necesita ningún hardware adicional para su funcionamiento ya que viene en un circuito impreso integrado con un regulador de voltaje y una memoria serial EEPROM donde almacena el programa a ejecutar.

La idea de este proyecto es diseñar un circuito que sea lo suficientemente flexible de tal forma que pueda ser utilizado en muchas aplicaciones con una misma configuración. Además, el software de la HP48 y del Basic Stamp, deben tener las características suficientes para aprovechar en su totalidad los recursos de hardware empleados.

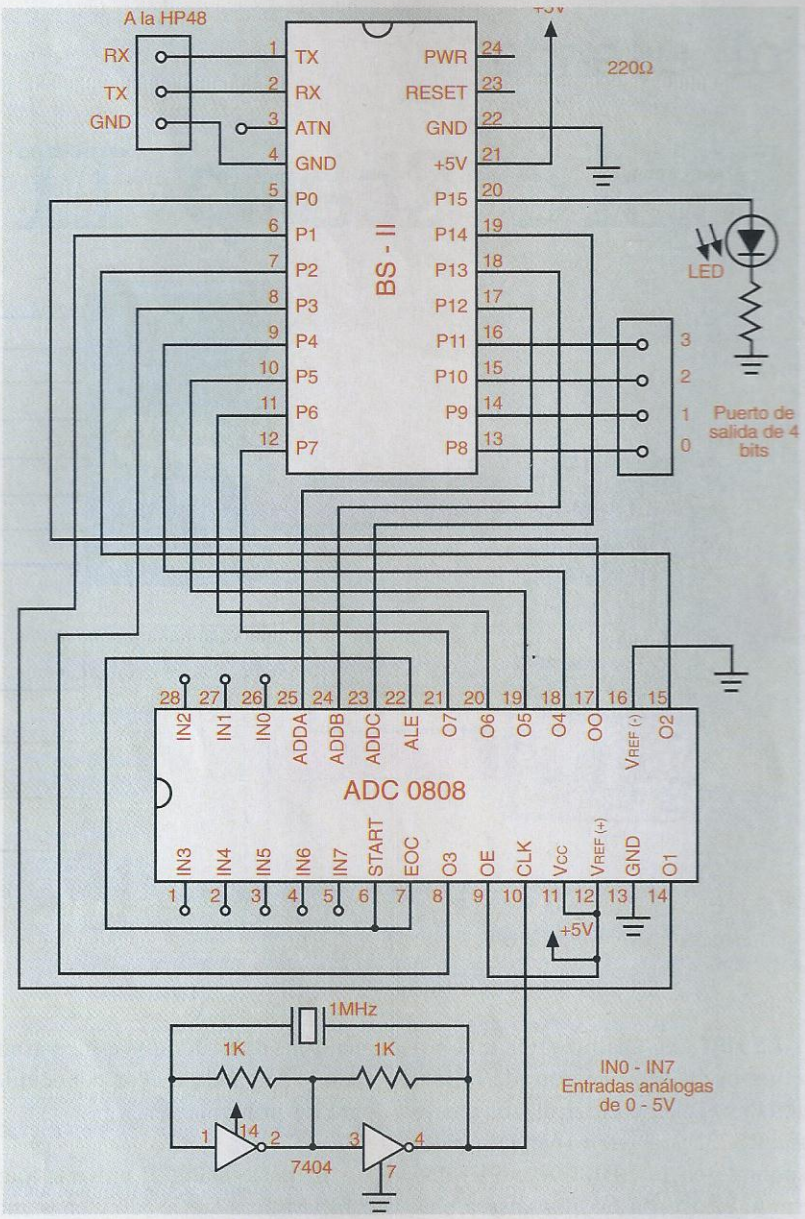


Figura 1. *Diagrama esquemático del Basic Stamp II conectado al ADC0808*

Para empezar, suponemos un conocimiento básico de la HP48, por lo menos sobre UserRPL que es el lenguaje con el que vamos a trabajar en este artículo, y por el lado del BasicStamp, se recomienda leer los artículos publicados sobre este en ediciones pasadas de esta revista. La idea básica de conectar el microcontrolador a la HP48 por medio del puerto serial consiste a grandes rasgos en hacer un conversor de datos serial a paralelo y viceversa, con algún grado de inteligencia por parte del microcontrolador.

La velocidad de procesamiento del Basic Stamp II está en el orden de miles de instrucciones de Basic por segundo, unas 4000 o 5000 instrucciones, mientras que en el lado de la HP48 la velocidad de procesamiento es bastante lenta si se programa en UserRPL como vamos a hacer aquí; se habla de unos cientos de instrucciones por segundo o inclusive decenas en instrucciones críticas en tiempo de ejecución.

Para empezar, debemos tener en cuenta las limitaciones del microcontrolador, que se remonta a 16 líneas programables de entrada/salida que son configuradas por software. Adicional a estas 16 líneas, existe el puerto serial RS 232 del Basic Stamp a través del cual se programa desde la PC y es el que vamos a utilizar para conectarlo directamente a la HP48, ya que esta tiene un puerto serial RS 232. El puerto de programación del Basic Stamp permite conexión directa a interfaz serial RS 232, caso que no ocurre con los 16 pines de E/S así estos se configuren para trabajar en modo serial, ya que estos manejan voltajes de 0 y 5 Voltios, es decir lógica TTL serial mientras que el estándar RS232 maneja –12V y +12V para representar 1s y 0s respectivamente, por lo cual sería necesario utilizar un *transceiver* o *line driver*, que permite adaptar los niveles TTL a RS232 y viceversa.

En la primera aplicación integraremos el uso de un conversor A/D de 8 canales usando un conversor convencional paralelo, el ADC0808 de National Semiconductor. Este conversor, que es un poco antiguo, es fácil de usar y posee una salida de 8 bits lo que permite representar 256 niveles para cada entrada análoga de 0 a 5 Voltios y es necesario configurarlo en modo *free-running* , es decir que esté convirtiendo constantemente, ya que es posible ponerlo a convertir cuando uno quiera y no en forma permanente.

El conversor tiene varios pines relacionados con su modo de funcionamiento; estos son: OE (*Output Enable*) que coloca el bus de salida en estado de alta impedancia o HI-Z para sistemas que comparten el mismo bus, ST (*Start Conversion*) que recibe un pulso para iniciar el proceso de conversión, EOC (*End of conversion*) que está en alto cuando ha finalizado la conversión. El modo *free running* permite estar convirtiendo constantemente y evita la administración de estos pines lo que utilizaría otros dos del Basic Stamp. La conexión de este modo de operación del conversor consiste en conectar el EOC directamente a la entrada de ST (*Start Conversion*); de esta forma, cada vez que se concluye una conversión, se inicia otra y así sucesivamente se repite el ciclo, teniendo siempre actualizado el bus de salida del conversor.

Además de estos pines, el conversor posee tres líneas: ADD A, ADD B y ADD C, que permiten colocar la dirección del canal que se desea convertir. Es decir, mediante estos tres bits, se selecciona el canal que se quiere como entrada el conversor, y el resultado de la conversión de este será el que aparece-

rá a la salida del bus de 8 bits que va conectado en paralelo a los pines P0 – P7 del BasicStamp II.

Los otros 8 pines restantes del BS II los utilizaremos como puertos de salida de los cuales usamos 3 para direccionar los canales del ADC0808, uno para conectar un LED, y los otros 4 bits para salir en forma paralela hacia un decodificador de 4-16 líneas con el fin de conectar hasta un máximo de 16 periféricos del tipo ON-OFF. El diagrama esquemático de este circuito se muestra en la figura 1.

Inicialmente haremos un programa genérico tanto en el microcontrolador, como en la HP48 de forma que se puedan enviar y recibir datos según esta configuración básica que tenemos. Por el lado del Basic Stamp, simplemente el programa servirá como interfaz a los periféricos que este alberga, es decir control sobre el conversor, control sobre el puerto de salida de 4 bits y control sobre el LED.

En la HP48 utilizaremos unas rutinas simples que tomen los parámetros de la pila; de esta forma se permitirá usarlas a manera de librerías o utilidades, así el usuario podrá emplearlas como subrutinas o módulos para el desarrollo de aplicaciones propias que se llamarán de forma genérica. Inicialmente veamos el código de programación para el Basic Stamp II, que se lista en la figura 2.

El lenguaje PBASIC, no es más que una versión adaptada a este microcontrolador del basic común y corriente; en el se incorporan funciones especiales que permiten control directo sobre el hardware dando las características que se requieran de acuerdo al tipo de circuito o interfaz que se utilice. Inicialmente podemos ver en el programa la instrucción DIRS, que es lo primero que se define en el programa del microcontrolador. Esta instrucción permite la configuración de pines para establecer la dirección en que operan, es decir si operan como entradas o como salidas, en este caso se usó ***dirs = %1111111100000000*** que indica que los 8 pines menos significativos, serán utilizados como entradas, al marcarlos con cero, mientras que los pines P8 – P15 serán usados como salidas.

Es importante tener en cuenta las consideraciones de *fan out* del Basic Stamp II que puede entregar hasta 25mA máximo por pin y drenar hasta 20mA por pin; pero el total de los 16 pines no debe sobrepasar los 50mA. En nuestro caso, el mayor consumo está dado por el LED que consume unos 10mA, mientras el resto de periféricos no presentan un consumo significativo ya que son bloques lógicos convencionales ya sean TTL o CMOS.

A continuación está la definición de variables y el tamaño que ocupan en memoria; en este caso definimos 6 variables todas de tamaño byte u ocho bits, los posibles tamaños que se tienen son bit, nibble (4 bits), byte (8 bits) y word (16 bits); este espacio se toma de la RAM del microcontrolador que tiene un área utilizable de 26 bytes máximo.

Después de tener las variables definidas, se procede a entrar en el cuerpo principal del programa que consiste en un bucle que está leyendo constantemente el puerto serial para indicar al microcontrolador qué información enviar a la HP48 o recibir de ésta. Al iniciar el ciclo, el microcontrolador queda en un estado de pausa esperando entrada serial de la HP48 indicando que función utilizar, ya sea leer dato del conversor, enviar algo al puerto de 4 bits de salida y activar el LED o apagarlo.

La instrucción ***serin 16,84,[STR entradaserial\1]*** lee el pin 16 que indica el puerto serial de programación, la constante 84 que indica 9600 bps con lógica invertida, y luego el modificador ***STR entradaserial\1***, espera un byte y lo almacena en la variable entradaserial. En este byte, que es el primero que se recibe, se debe escoger cual de los tres modos se va a utilizar; esto depende del carácter que se reciba.

De acuerdo a la serie de instrucciones IF que continúan con el programa, se bifurca la ejecución de acuerdo a la opción escogida; si se recibió de la HP48 el carácter 0, 1 o 2, se salta la rutina de atención correspondiente para ejecutar la tarea adecuada en el Basic Stamp.

Es importante tener en cuenta la secuencia de instrucciones que espera el Basic Stamp II con respecto a la

```
dirs = %1111111100000000                ' direcciones de los pines


canal           var     byte            ' definición de variables
salidapuerto    var     byte
LEDStatus       var     byte

lecturaADC      var     byte
entradaserial   var     byte
salidaserial    var     byte

LEDStatus = %0                          ' inicializo el Led apagándolo
mainloop:                               ' bucle de ciclo principal
serin 16,84,[STR entradaserial\1]       ' espero 1 byte para discriminar la operación

if entradaserial(0) = $0 then conversor ' dependiendo del dato salto a rutina correspondiente
if entradaserial(0) = $1 then puerto
if entradaserial(0) = $2 then LED

conversor:                              ' rutina del conversor, espera canal para convertir
serin 16,84,[STR canal\1]
outd = canal                            ' selecciono el canal
out15 = LEDStatus                       ' mantengo el Led en el estado actual
pause 0
lecturaADC = INL                        ' leo el dato del conversor
serout 16,84,[lecturaADC]               ' entrego el dato a la HP48
goto mainloop                           ' retorno al bucle principal

puerto:                                 ' rutina para el puerto de salida de 4 bits
serin 16,84,[STR salidapuerto\1]        ' leo dato de la hp48 para poner en el puerto
outc = salidapuerto                     ' pongo el puerto con el valor deseado
goto mainloop                           ' retorno al bucle principal

LED:                                    ' rutina del LED
serin 16,84,[STR LEDStatus\1]           ' leo dato de la hp48 para poner en el LED
out15 = LEDStatus                       ' activo el LED segun valor deseado
goto mainloop                           ' retorno al bucle principal

end
```

Figura 2. *Programa 1 BasicStamp II*

HP48, ya que hay una sincronización especial que no se debe perder lo que podría enloquecer el programa. Simplemente, para sincronizar los dos *hosts* como se podrían llamar en este caso, basta con reiniciar o hacer *reset* al microcontrolador, lo que lleva a ejecutar el programa desde el principio, y luego la HP48, ejecutando el programa, entrando así en sincronía y no se perdería la secuencia del programa.

En el primer caso, cuando la HP48 envía un carácter nulo, o el carácter 0, se está indicando que se quiere obtener un dato del ***conversor*** ya que el programa del microcontrolador salta a la rutina conversor que espera nuevamente otro byte de la HP48 que debe ser un ASCII entre 0 y 7 que indica que canal convertir. Inmediatamente hay una pausa de aproximadamente 1ms y el microcontrolador retorna un valor entre 0 a 255 representando la conversión de la entrada análoga previamente requerida.

Para leer el dato se asigna a la variable ***LecturaADC***, el valor de la variable de sistema INL, que es la entrada de 8 bits menos significativa que corresponde al conversor y se envía con la instrucción ***serout*** hacia la HP48 y a continuación la ejecución se reinicia iniciando la ejecución de ***mainloop*** retornando al bucle principal donde se espera nuevamente por un carácter de entrada indicando qué función utilizar.

Si ahora la HP48 envía el carácter correspondiente al ASCII #1 , la bifurcación se ejecuta nuevamente y ahora la ejecución salta a la rutina ***puerto***, que tiene la función de poner una palabra de cuatro bits que se utiliza como puerto de salida, ya sea directamente binario o conectarlo en cascada a un decodificador de 16 líneas para tener salidas independientes para cada número. Para manipular esta salida, se utiliza la instrucción ***OUTC***, que escribe sobre el puerto C del BasicStamp, ya que este se puede trabajar com si sus 16 pines vinieran en un sólo grupo, dos grupos de 8 bytes o 4 grupos de 4 bytes cada uno.

Apenas entra a esta rutina, el microcontrolador queda nuevamente en espera para recibir un byte de la HP48; este byte debe ser un carácter ASCII entre 0 y 15 que indica la palabra de 4 bits que voy a colocar en el puerto. Después de ejecutarse esta instrucción, nuevamente hay un salto al bucle principal ***mainloop***, el cual deja al microcontrolador en espera por un nuevo byte que indica la función a ejecutar.

En el tercer caso, cuando la HP48 envía el ASCII #2, se salta a la rutina ***LED***, que permite encender o apagar el LED de acuerdo al dato que llegue de la HP48. Al saltar a esta rutina, nuevamente el microcontrolador queda esperando otro byte, que en este caso debe ser el ASCII #0 ó #1 y que indica si se debe o no encender el LED, esto se hace escribiendo esta información directamente usando la instrucción ***OUT15***, que cambia el estado del pin 15 del Basic Stamp. Finalmente, después de hacer esto, se reanuda el ciclo saltando a ***mainloop*** para esperar otra función comandada desde la HP48.

Teniendo claro el funcionamiento desde el lado del microcontrolador, ya podemos entrar en materia al desarrollo de las funciones en la HP48 que permitirán la conexión y el intercambio de información del sistema. El modo de comunicaciones es el primer parámetro a ajustar; este debe ajustarse a 9600 bps sin paridad, 1 stop bit y en el puerto Wire, o cable. En futuros artículos, hablaremos sobre la interfaz IR de la HP48 para incorporarla a los diferentes proyectos que intercambien información con el mundo exterior. Después de haber establecido la comunicación, haremos la primera rutina que consiste en el modo de adquisición de datos usando el conversor y direccionando los diferentes canales.

Como se dijo anteriormente, la idea es crear rutinas que puedan ser utilizadas dentro de otros programas en forma flexible y utilizar las rutinas como módulos; por lo tanto la rutina que llamaremos CONVERT, tomará un elemento de la pila que es un número de 0 a 7 indicando el canal a convertir y devolverá un valor de 0 a 5 indicando el valor en voltios de la entrada correspondiente. Al tener una representación de 8 bits de un valor continuo de 0 a 5 Voltios, se tienen pasos mínimos de 19,4 mV, lo que hace que éste sea el mínimo valor medible y el error de conversión ya que se debe tener en cuenta este umbral como tal.

```
CONVERT
<<
BUFLEN DROP
SRECV DROP
   0 CHR
   XMIT 1 SRECV DROP
   DROP DROP CHR
   XMIT DROP 1 SRECV CLEAR
   1 SRECV NUM
5 * 255 /
>>
```

A continuación, tenemos las otras dos rutinas correspondientes a las funciones de puerto de 4 bits y a la de activación de un LED.

```
PORT
<<
   1 CHR
   XMIT 1 SRECV DROP
   DROP DROP CHR
   XMIT 1 SRECV CLEAR
>>
LED
<<
   2 CHR
   XMIT 1 SRECV
   CLEAR
   >>
```

Estos tres programas utilizan las tres funciones creadas en el microcontrolador de acuerdo a las definiciones previamente explicadas en la parte inicial donde se programó el Basic Stamp. Con cada una de las funciones, se pueden enviar datos hacia el microcontrolador de acuerdo a un programa específico o recibir un dato ya escalizado en voltaje tal cual como entró directamente al conversor.

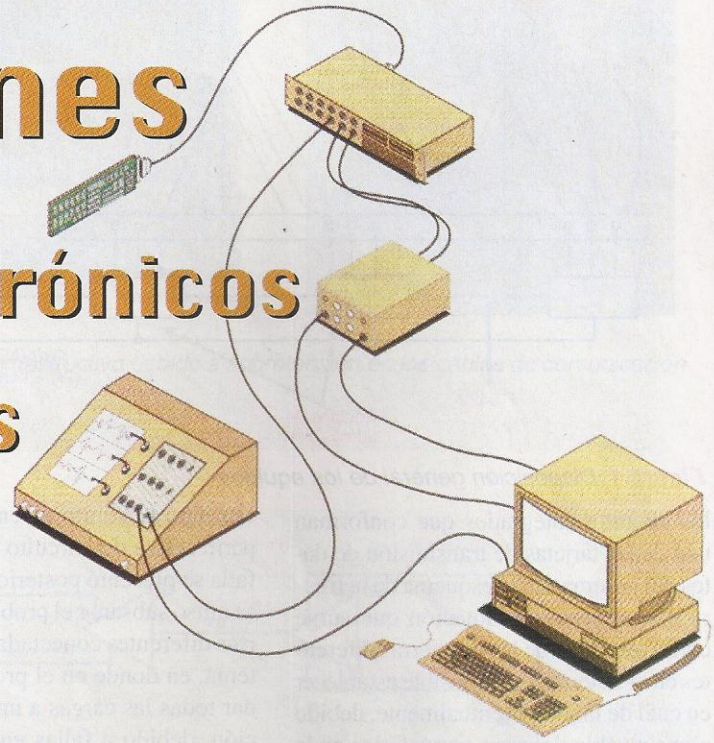
Hay que tener en cuenta que el Basic Stamp tiene una característica particular y es que devuelve un eco de acuerdo a cada carácter que reciba; por lo tanto, cada vez que se le envía una orden desde la HP48 es necesario limpiar ese carácter de eco que se recibe de vuelta del buffer de recepción serial de la HP48, de manera que se tenga la información ya organizada.

Para aquellos que quieran repasar los temas de la HP-48 y el Basic Stamp, estos han sido publicados en las siguientes revistas:

Programación de la HP-48:
29, 30, 31, 32, 33, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 56 y 57,

Basic Stamp II:
48, 55, 57, 60 Ω

Protecciones en sistemas electrónicos distribuidos



Luis Alfonso Rodriguez V.
Alvaro A. Orozco G.
Profesores Universidad Tecnológica de Pereira

Las situaciones de potencial daño severo debido a perturbaciones eléctricas en sistemas electrónicos son numerosas y muy variadas. En particular, en el transcurso de este artículo se expone el caso específico de un sistema distribuido de adquisición de datos, el cual ha sido objeto de daños extensos como resultado, no solamente de la ausencia de protecciones adecuadas sino de errores en su configuración eléctrica original. Esta situación sirve como vehículo para el tratamiento generalizado de aquellos sistemas que por su extensión distribuida puedan estar sometidos a esfuerzos eléctricos extremos como los que en esta oportunidad se describen.

El caso en mención es un puente atirantado cuyas características se describirán más adelante, sobre el cual fue instalado un sistema de instrumentación y de adquisición de datos con el objeto de monitorear su comportamiento a largo plazo bajo la influencia de los diferentes agentes que pueden influir sobre su estabilidad.

Descripción del sistema

La longitud de la estructura en cuestión es de 440 metros y sobre toda su extensión se encuentran distribuidos en posiciones estratégicas un número aproximado de 300 sensores de precisión. Tales sensores miden variables como aceleraciones, inclinaciones, rotaciones, temperatura, variación de la longitud del puente, tendencia a la corrosión de la estructura de refuerzo en acero y algunas variables meteorológicas pertinentes relacionadas con la pluviometría, la radiación solar, la velocidad y dirección del viento y otras.

Los diferentes sensores acceden a dispositivos de adquisición de datos los cuales se encargan de muestrear y digitalizar sus valores, los que se almacenan en tarjetas de memoria RAM. Posteriormente, a solicitud de las computadoras de concentración de datos en la estación principal del sistema, situada a unos 250 metros de la cabecera del puente, la información almacenada en las memorias es transmitida en forma serial utilizando un protocolo para comunicaciones RS422. En la figura 1 se muestra un diagrama resumido de la manera como se disponen los diferentes elementos que conforman el sistema de instrumentación.

Debido a la distancia considerable que existe entre los equipos de campo y los equipos de concentración de datos, y además, dado que la instrumentación fue incorporada al puente cuando ya el proyecto se hallaba en su fase de finalización, los equipos de concentración fueron conectados a una subestación eléctrica, mientras que los equipos de campo se conectaron a una subestación distante de la primera aproximadamente un kilómetro. Vale la pena resaltar que inicialmente se había planeado realizar el enlace entre los equipos del puente y los concentradores utilizando fibra óptica, lo que evitaría problemas de ruidos y de peligrosas diferencias de potencial debidas a fluctuaciones de voltajes entre las diversas tierras físicas a que estaban conectadas las dos secciones del sistema.

Los problemas y sus causas

En la figura 2 se muestra la manera como originalmente se dispusieron las respectivas conexiones de tierra de los equipos instalados en el puente y de aquellos ubicados en el lugar de los concentradores y, en la figura 3, se muestran los resultados tanto en el tablero de repartición como en

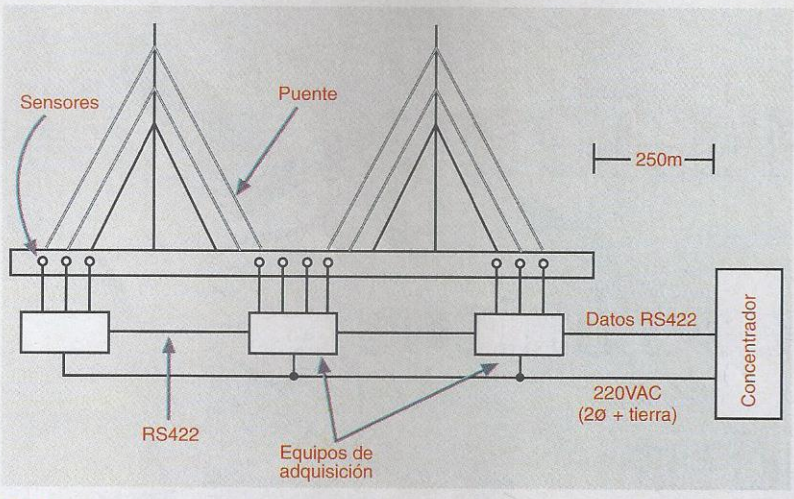


Figura 1. *Disposición general de los equipos*

los circuitos integrados que conforman una de las tarjetas de transmisión de datos del sistema. En el esquema de la figura 4 se muestra la situación que surge como resultado de las dos tierras diferentes en el sistema. Es imposible establecer en cuál de las dos eventualmente, debido a una posible descarga atmosférica en la vecindad de una de las subestaciones, el nivel de potencial de tierra se elevó, posiblemente a unos miles de voltios, originando así diferencias de voltajes apreciables entre aquellos equipos referenciados a una de las tierras y los equipos referenciados a la otra.

Por la forma de la falla que se observa en la figura 4, tanto del circuito integrado como del tablero de protecciones, es fácil deducir que los sobrevoltajes presentes en el sistema fueron de tal magnitud que sólo hubieran podido ser causados por una perturbación severa, como suele presentarse en aquellos casos sujetos a disturbios considerables originados en la presencia de descargas atmosféricas cercanas.

De otra parte, en la figura 5, se ilustra una segunda falla en la que no se evidencian rastros de sobrevoltajes excesivos sino el súbito calentamiento de la parte activa del circuito integrado. Esta falla se presentó posteriormente cuando se quiso subsanar el problema de dos tierras diferentes conectadas al mismo sistema, en donde en el proceso de trasladar todas las cargas a una sola subestación, debido a fallas en la supervisión del proyecto, los cables de 220VAC que sirven de alimentación a los equipos del puente fueron conducidos por el mismo ducto por donde se alojaban los cables de datos entre los equipos de puente y los concentradores.

El efecto de la falla permite establecer que el caso se refiere a un sobrecalentamiento súbito de la parte activa del circuito integrado, lo cual se atribuyó a inducción de las líneas de 220VAC sobre las líneas de comunicaciones originada en un voltaje transiente debido a que compartían un tramo paralelo de longitud considerable.

Aunque los cables de comunicaciones poseen apantallamiento, en el momento del percance uno de ellos no se encontraba aterrizado, y además, debido al espesor reducido de estos apantallamientos, los cuales se intentan más como blin-

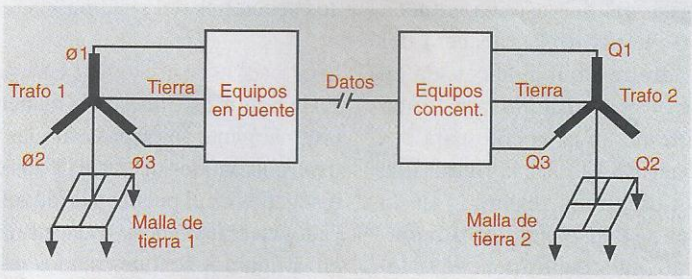


Figura 2. *Forma como se conectó originalmente el sistema*

dajes para evitar el ingreso de ruido al sistema, perturbaciones de baja frecuencia, como aquellas que se generan por el accionamiento de equipos de maniobra, son capaces de atravesar la capa de apantallamiento e inducir un nivel de voltaje apreciable sobre los conductores en su interior. Esta hipótesis fue validada cuando bajo condiciones controladas se conectó el cable de potencia a los 220 VAC de la red obteniéndose un total de 8VAC inducidos sobre los cables de comunicaciones en condiciones normales.

Las alternativas de solución

Las alternativas de soluciones a los diferentes problemas de fallos en el sistema se resumen en las siguientes actividades:

- Establecer una tierra única para el todo el sistema.
- Ubicar una malla de tierra adicional para los equipos sensibles.
- Aislar el sistema de la tierra de la subestación mediante un transformador de aislamiento.
- Ubicar protecciones en puntos adecuados del sistema.
- Evitar que líneas de potencia compartan recorridos paralelos con líneas de datos.
- Interconectar los enlaces de comunicaciones por medio de optoacopladores.
- Utilizar fibra óptica para las líneas de comunicaciones.
- Usar una UPS para el suministro de potencia.

De las anteriores opciones, todas han sido implementadas, a excepción de las dos últimas, en razón de los costos involucrados y debido a que su nivel de efectividad puede resultar marginal como resultado de su diseño, de acuerdo a información de los fabricantes. Por ejemplo, el efecto protector de la UPS puede obtenerse por medio de un transformador de aislamiento con un conjunto de protecciones adecuadas.

Las protecciones utilizadas

El tema de las protecciones para sistemas electrónicos sensibles es amplio y muy interesante debido a la multiplicidad de opciones a disposición del diseñador y a lo impredecible de los fenómenos de sobretensión que puedan llegar a presentarse en el sistema. Debe

tenerse en cuenta, además, que no es sólo el nivel de sobretensión que debe poderse manejar, sino la energía presente en el transitorio, así como la velocidad a la cual crezca el nivel de tensión de la perturbación y de su duración.

En particular, y con referencia a la figura 6, las formas de onda que pueden ocurrir en el sistema pueden estimarse con referencia a las que en esta figura se ilustran, en donde los tiempos asociados con las ondas de corta duración, para efectos de prueba, se establecen como de 1.2/50 µs o 8/20 µs, para la onda de corta duración, en donde la primera cifra se refiere al tiempo de subida de la onda y la segunda al tiempo de decaimiento, mientras que para la onda de larga duración, los tiempos de crecimiento y de decrecimiento se especifican como 10/1000 µs.

Las formas de onda mencionadas le confieren una variedad muy amplia de componentes frecuenciales a los fenómenos involucrados. Adicionalmente, los niveles de corriente asociados con cada una de las perturbaciones pueden exceder los 20.000 amperios (20 kA). Una variable adicional que interviene en la escogencia de las protecciones es la que se relaciona con el nivel de protección que se desee obtener. Específicamente, dependiendo del nivel de la perturbación y del contenido de energía en el transiente, los efectos pueden ser severos, en cuyo caso la presencia del transitorio deriva en daño permanente al equipo, mientras que por otro lado, puede ocurrir que la naturaleza energética del transitorio sea reducida, en cuyo caso se obtiene funcionamiento errático durante el tiempo que dure el transitorio, con posibles consecuencias de larga duración tales como pérdida de datos o bloqueo de un programa, pero sin incurrir en daño físico a los equipos.

Además de lo anterior, es necesario considerar el origen de las perturbaciones así:

- Los transitorios pueden ingresar por líneas de potencia cercanas a los circuitos electrónicos o a líneas de datos.
- Los transitorios pueden presentarse debido a fallas en la red de corriente alterna.

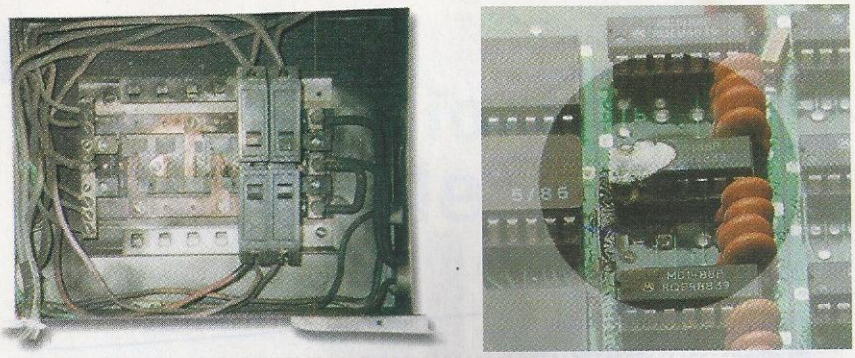


Figura 3. Efecto destructivo debido a sobretensión en los cables de comunicación

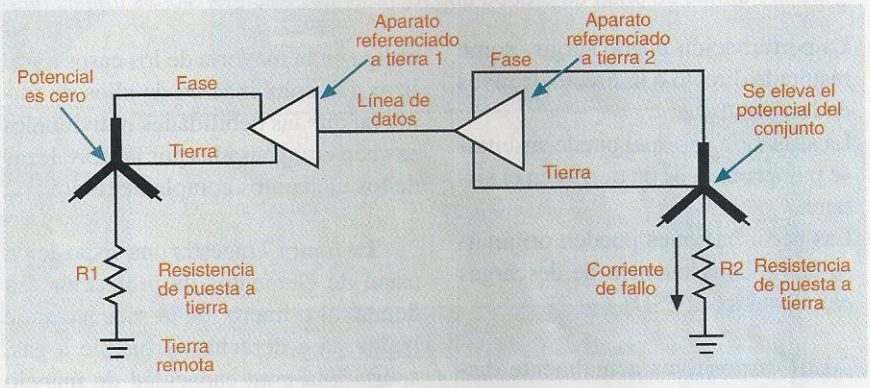


Figura 4. Situación que se presenta cuando ocurre una falla a tierra en uno de los dos sistemas de potencia

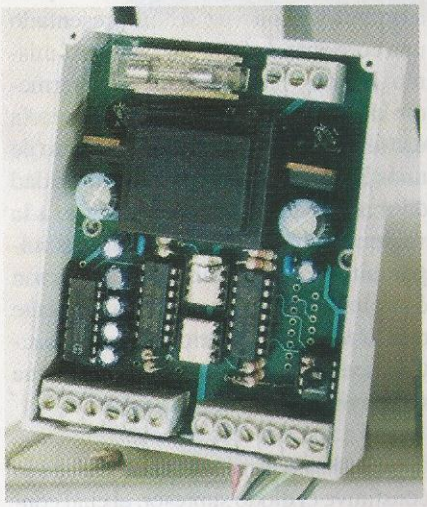
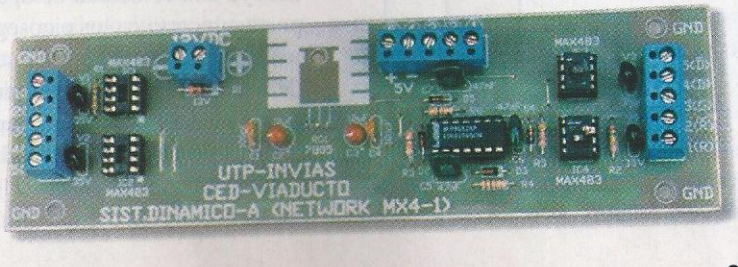


Figura 5. Efecto destructivo debido a sobrecalentamiento súbito del circuito integrado.



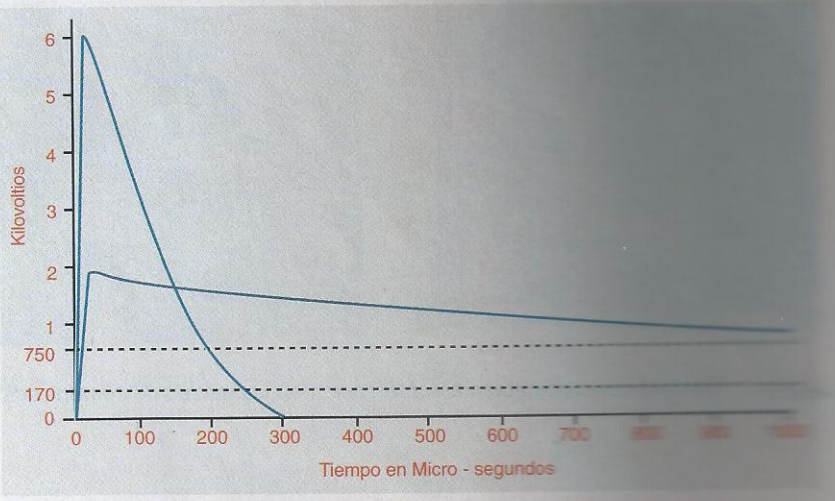


Figura 6. Formas de onda de prueba que representan sobretensiones transitorias

- La perturbación puede surgir como resultado directo o indirecto de rayos en la vecindad.
- La situación anormal puede suscitarse por problemas de tierras en el sistema.
- Las perturbaciones pueden originarse como consecuencia de descargas electrostáticas (ESD).

Los dispositivos actualmente disponibles para la protección de equipos electrónicos son esencialmente de tres tipos así: fusibles a gas, varistores y diodos de supresión. Cada uno de estos presenta debilidades y fortalezas, lo que obliga en la mayoría de los casos a utilizar una combinación de ellos de forma tal que las debilidades individuales se vean compensadas por las fortalezas de los elementos complementarios.

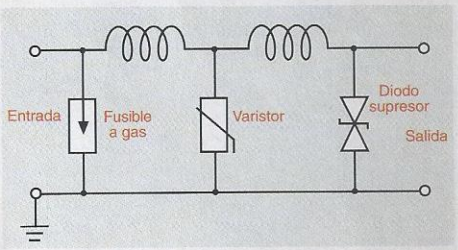


Figura 7. Disposición circuital de elementos de protección que se complementan

La figura 7 muestra una disposición usual de elementos de protección, en donde, el primero de la secuencia, de izquierda a derecha, el fusible a gas, aporta una gran capacidad de manejo de corriente, pero a su vez sufre de un tiempo de reacción largo (del orden de unos centenares de nanosegundos), además de algunos problemas menores usuales relacionados con su capacidad para extinguirse una vez se ha presentado una corriente de falla a través de él mismo. Por otro lado, el elemento intermedio de la secuencia, el varistor, aporta un tiempo de activación intermedio (de unos 30 nanosegundos), una capacidad de manejo de potencia moderada, a la vez que adolece de dos problemas importantes como son un nivel de fijación de voltaje que aumenta con la corriente que lo recorre y deterioro de sus características con el número de veces que se vea obligado a activarse.

El último elemento de la cadena lo constituye el diodo supresor, el cual contribuye una velocidad de operación que puede ubicarse en los picosegundos (sin incluir el alargamiento de su respuesta debido al efecto de sus terminales) pero que a su vez posee una capacidad de manejo de corriente limitada. Los dos inductores que entrelazan a los elementos de protección cumplen la función de desacoplarlos unos de otros para permitir que su activación dentro de la cadena de protección se haga coordinamente, permitiendo que el elemento más veloz reciba la menor cantidad de corriente, mientras que el más lento y fuerte acepte la mayor parte de la energía. Una configuración como esta presenta algunas desventajas tales como:

- La coordinación de la activación de los tres elementos de la cadena puede ser difícil debido a la gran variedad en la forma de los pulsos a que puedan resultar expuestos.
- Los elementos de desacople pueden ocasionar problemas de regulación de voltaje.
- Se presenta degradación progresiva debido a la vida limitada del varistor y del fusible a gas.
- Pueden ocurrir oscilaciones secundarias debidas a interacciones entre inductores de desacople y capacidades parásitas.

Para las líneas de datos, la disposición aceptada es como se muestra en la figura 8, en donde los diodos utilizados son del tipo de supresión.

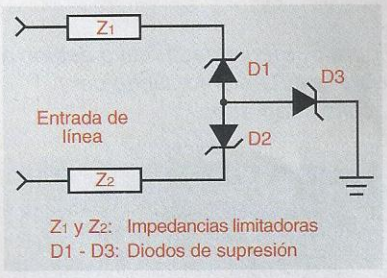


Figura 8. Arreglo de diodos de protección para líneas de comunicaciones RS422

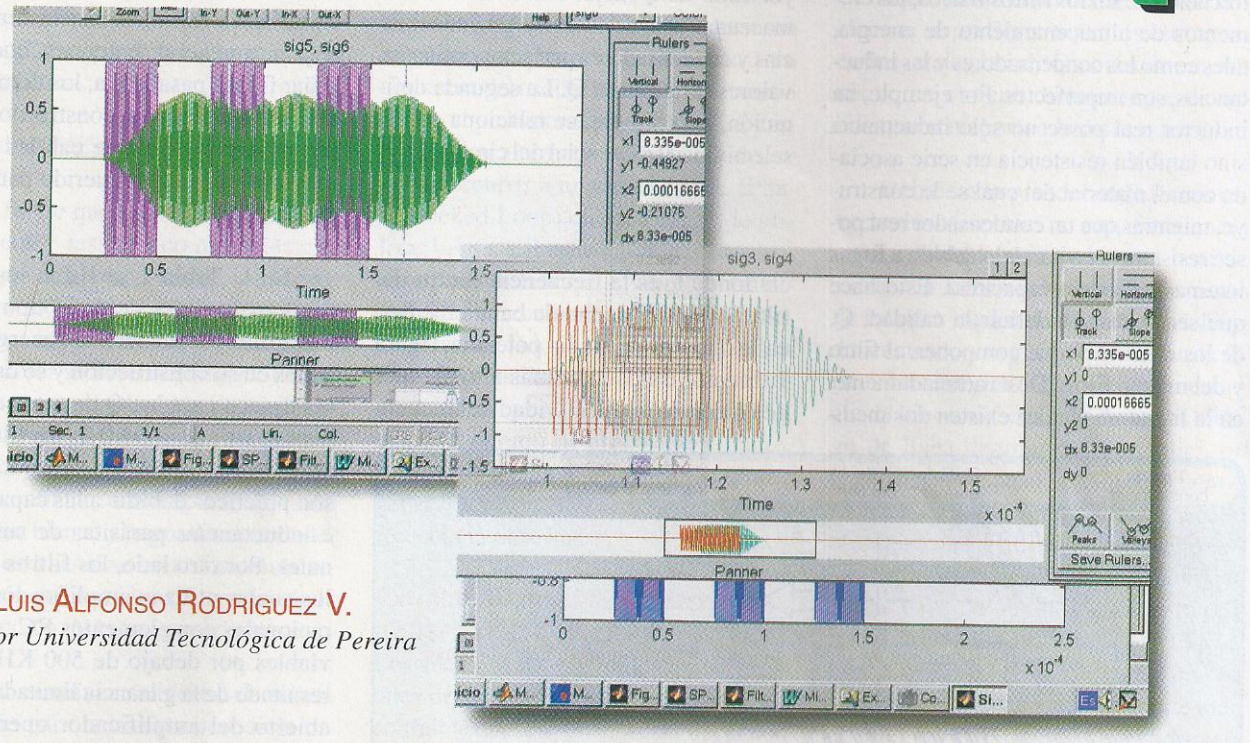
Conclusiones

El tema de las perturbaciones eléctricas a que pueda hallarse sometido un sistema electrónico es amplio y de mucha importancia dada la creciente vulnerabilidad de los componentes electrónicos modernos. De ahí la importancia de asegurar un ambiente eléctricamente limpio, en el cual se desempeñen los sistemas electrónicos sensibles, lo que no siempre es posible. Por esto surge la necesidad de controlar la magnitud de los sobrevoltajes a que puedan estar sometidos los diversos elementos del sistema. En el artículo se ha expuesto un caso típico particular el cual puede servir de ejemplo y guía para situaciones similares. Ω

Bibliografía

R.O. Associates, «Calidad de Potencia», Abril 1999
Phoenix Contac, «Trabtech Basics», 1998
Aclem, «Sistemas de Puesta a Tierra», 1999
Josep Balcells y otros, «Interferencias Electromagnéticas en Sistemas Electrónicos», Alfaomega, 1992

El efecto de volante de los filtros de alto Q



LUIS ALFONSO RODRIGUEZ V.
Profesor Universidad Tecnológica de Pereira

Los filtros pasabanda de elevado Q encuentran uso en mucho aspectos del procesamiento de señales, en donde, por lo general, su reducido ancho de banda favorece la selección de un espectro angosto de frecuencias. Sin embargo, una característica interesante de tales filtros es el efecto de volante que poseen, lo que significa que son capaces de continuar oscilando a la frecuencia de la señal con la cual se les haya excitado, aún después de suspendida la misma.

Como más adelante se verá, esta propiedad es utilizada con ventaja en muchas aplicaciones, entre las cuales sobresalen la recuperación de la subportadora de color en televisión a color y la extracción de sincronismo en sistemas digitales de transmisión de datos en los cuales se utiliza un formato de línea que permite la extracción del sincronismo mediante un proceso simple de filtrado pasabanda con filtros de banda angosta. Conviene además resaltar la importancia que tiene el desempeño de estos filtros desde el punto de vista del tiempo, pues, por lo general, en lo que toca a filtros, sólo se presta atención a las características frecuenciales de los mismos, cuando en ocasiones, sus características de desempeño en el tiempo pueden ser igualmente importantes.

El factor de calidad de un filtro

Los filtros son dispositivos que procesan señales modificándoles su contenido frecuencial o espectral de acuerdo a su configuración. Así, estos pueden clasificarse de diversas maneras. Una es de acuerdo a la forma como se construyen, en cuyo caso se tendrían filtros LC, en los que los elementos utilizados son condensadores e inductancias, o filtros de cristal, en los cuales el componente básico es un cristal de cuarzo. Otra manera de clasificarlos es de acuerdo a la manera como afectan el contenido frecuencial de la onda que procesan. De esta manera se tendrán filtros pasabajos, que son aquellos que favorecen el paso de las componentes de frecuencias bajas de la onda, atenuando las componentes de alta frecuencia. Por otro lado, los filtros pasaalto permiten el paso de las frecuencias altas de la onda mientras que los de pasabanda permiten el paso de un rango de frecuencias alrededor de una frecuencia centro.

Los filtros utilizan elementos de almacenamiento de energía para conseguir las características de discriminación de

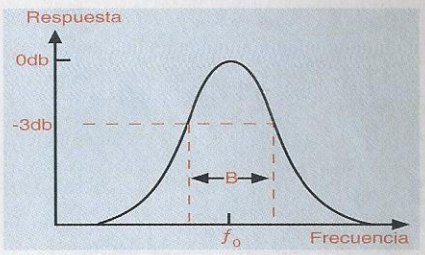


Figura 1. *Características de un filtro pasabanda*

frecuencias. En los filtros físicos, los elementos de almacenamiento de energía, tales como los condensadores y las inductancias, son imperfectos. Por ejemplo, un inductor real posee no sólo inductancia sino también resistencia en serie asociada con el material del cual se le construye, mientras que un condensador real posee resistencia en paralelo debido a fugas internas así como capacidad. Esto hace que sea necesario definir la calidad, Q, de los elementos que componen el filtro y del mismo filtro. Desafortunadamente, en la literatura técnica existen dos medidas diferentes de la calidad. La primera de ellas se relaciona con la eficiencia del almacenamiento de energía en el circuito, lo que conlleva a la definición del factor de calidad Q como

$$Q = \frac{2\pi \text{ (Máxima energía almacenada durante un ciclo)}}{\text{energía disipada por ciclo}}$$

De acuerdo a esta definición, a mayor valor de Q mejor el elemento de almacenamiento de energía. Así, inductancias y condensadores perfectos poseerían valores infinitos de Q. La segunda definición, más simple, se relaciona con la selectividad frecuencial del circuito. Así,

$$Q = \frac{f_0}{B}$$

en donde f_0 es la frecuencia centro del filtro y B es el ancho de banda medido en los puntos de media potencia, figura 1. En este caso, entre más alto el valor de Q, mayor la selectividad de frecuencia, o más angosta la banda de paso del filtro. Por lo general, es esta última fórmula la que se utiliza para el cálculo del factor de calidad Q. Sin embargo, ambas definiciones producen resultados iguales para el caso de filtros serie RLC resonantes excitados por fuente de voltaje o para filtros paralelos RLC resonantes excitados por una fuente de corriente. Para aplicaciones de filtrado pasabanda, la característica de interés es la selectividad de frecuencia, así como también la frecuencia centro. Es requisito general, entonces, que al diseñar filtros pasabanda, los componentes individuales para construirlos deberán poseer factores de calidad mucho mayores que el Q requerido para el filtro completo.

Tipo de construcción	Descripción de un elemento del filtro	Rango de frecuencia centro	Q sin carga
LC pasivo		dc - 300 MHz	100
Activo		dc - 500 kHz	200
Cristal		1 kHz - 100 MHz	100,000
Ondas acústicas superficiales		10kHz - 10.7 MHz	15,000

Tabla 1. *Componentes para construcción de filtros, sus rangos de operación y su factor de calidad*

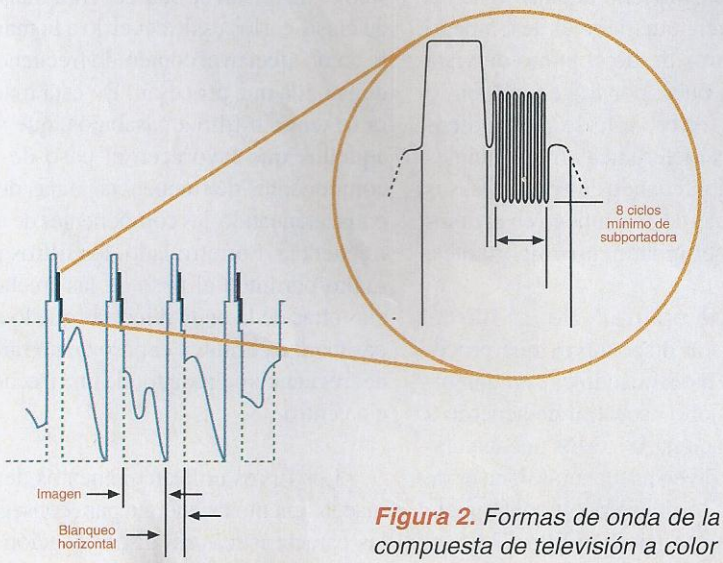


Figura 2. *Formas de onda de la señal compuesta de televisión a color*

En la Tabla 1 se listan los filtros catalogados de acuerdo al tipo de elementos almacenadores de energía utilizados en su construcción y se dan valores típicos para los Q de estos elementos. A partir de 300 MHz, los filtros que utilizan elementos discretos L y C no son prácticos debido a las capacidades e inductancias parásitas de sus terminales. Por otro lado, los filtros activos, los cuales utilizan amplificadores operacionales con elementos RC, sólo son viables por debajo de 500 KHz como resultado de la ganancia limitada de lazo abierto del amplificador operacional. Para frecuencias muy bajas, se prefieren los filtros activos sobre los de tipo LC, debido al tamaño considerable de los elementos necesarios y a que el Q de los inductores se hace pequeño en los rangos frecuenciales bajos. El Q de un inductor está dado por:

$$Q = \frac{\omega L}{R}$$

en donde ω es la frecuencia angular de operación. Nótese que el factor de calidad depende de la frecuencia de trabajo.

Los filtros de cristal se fabrican a partir de elementos de cristal de cuarzo. Estos actúan como un circuito resonante serie, en paralelo con una capacidad parásita debida a la envoltura metálica del cristal. Por encima de los 100 MHz, los elementos de cuarzo se hacen demasiado pequeños para fabricarlos y por debajo de 1 KHz el tamaño

del elemento piezoeléctrico lo hace demasiado grande. Los filtros de ondas acústicas superficiales (SAW) utilizan ondas acústicas que viajan sobre la superficie de un sustrato piezoeléctrico. Los componentes metálicos (dedos) contribuyen a convertir la señal eléctrica a una onda acústica, y viceversa. Estos filtros pueden construirse con derivaciones, lo que permite la fabricación de filtros transversales en el rango de las radiofrecuencias. A frecuencias inferiores se utilizan CCDs (Charge Coupled Devices) para la construcción de tales filtros.

La subportadora de color en televisión

Con el fin de que las señales de televisión a color resulten compatibles con receptores en blanco y negro, y, además, con el propósito de reducir el ancho de banda necesario para la transmisión, la señal a color se descompone en dos señales denominadas la señal de luminancia y la señal de crominancia. La luminancia contiene suficiente información para permitir la reconstrucción de una imagen en blanco y negro. Por otro lado, cuando esta señal se combina con la información de crominancia, se obtiene la reproducción de la imagen a color.

Para minimizar el ancho de banda necesario para la transmisión de la información de color, la señal de crominancia, la que a su vez está compuesta por dos señales, se transmite utilizando una modalidad especial de modulación denominada modulación en cuadratura, en la cual las señales modulan en amplitud a una portadora de frecuencia de 3.58 MHz, denominada la subportadora de color. Para poder obtener la información de color es necesario demodular sincrónicamente esta señal en el receptor, lo que requiere la presencia de la portadora de 3.58 MHz en sincronismo con la portadora original utilizada en el esquema de modulación anteriormente descrito en el transmisor.

Para facilitar este proceso, intercalada dentro de la señal compuesta de televisión a color, se insertan periódicamente unos cuantos ciclos de subportadora de color, figura 2, denominados ráfagas de color, los cuales eventualmente son separados por circuitos especiales dentro del receptor. La forma de onda que se obtiene a la salida del circuito separador de ráfagas de color es como se muestra en la figura 3. Es necesario, posteriormente, construir un circuito que permita generar un tren continuo de oscilación a la frecuencia de la subportadora, para lo cual se presentan dos alternativas: por un lado, se puede recurrir a un circuito PLL (Phase Locked Loop) que sea capaz de utilizar los destellos de color para sincronizar un oscilador que vibre continuamente a la frecuencia de la subportadora. Por otro lado, es posible utilizar un filtro pasabanda centrado en la frecuencia de la subportadora, pero de alto Q, el cual, debido al efecto de volante, como más adelante se analizará, permite generar un tren continuo de ondas a la frecuencia deseada.

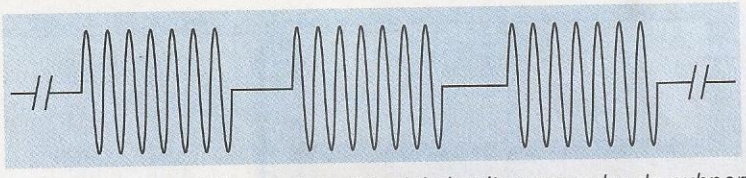


Figura 3. Señal que se obtiene a la salida del circuito separador de subportadora

Extracción de sincronismo en transmisión digital

Los sistemas de comunicaciones digitales deben poder obtener información confiable que les permita establecer con certeza el momento en que debe procederse a lectura de cada uno de los bits de la secuencia que se recibe. Esta información es conocida como información de sincronismo o de reloj. La información de sincronismo puede llegar al receptor de diversas maneras, una de la cuales puede ser la de la utilización de un canal independiente dedicado a la transmisión del reloj del sistema. Sin embargo, desde el punto de vista de eficiencia, se prefieren aquellos esquemas en los cuales la información de sincronismo se obtiene directamente de los bits que transportan la información.

Debido a la presencia de líneas espectrales discretas a una frecuencia igual a la de la tasa de bits, es posible extraer la información de sincronismo de bits por medio de un filtro pasabanda centrado a esta frecuencia. En la figura 4 se muestra el caso de una secuencia de bits codificada mediante el código de línea denominado unipolar con regreso a cero, en el cual la representación de los unos lógicos se lleva a cabo utilizando un nivel alto de voltaje durante la mitad del tiempo asignado a la transmisión de un bit, y durante la otra mitad utilizando un valor de cero voltios. Los ceros se representan por un nivel único de cero voltios durante todo el intervalo de tiempo asignado a la transmisión de un bit. Esta representación particular de unos y de ceros posee una composición frecuencial tal que presenta una línea espectral, esto es, una componente frecuencial claramente definida a una frecuencia igual a la tasa

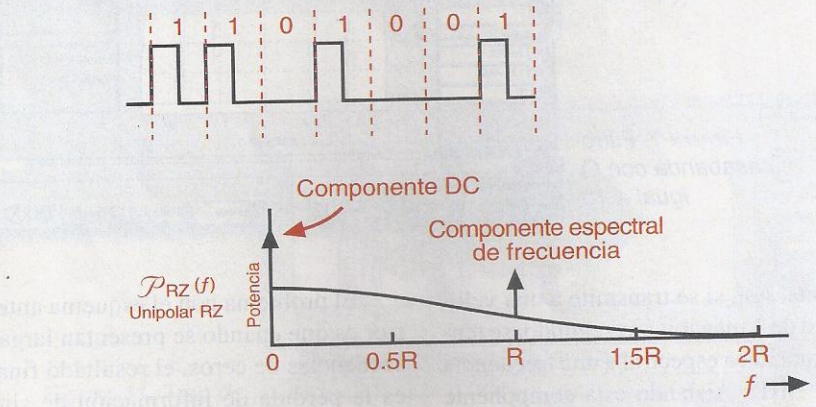


Figura 4. Representación de una secuencia de bits en código unipolar sin regreso a cero y su correspondiente espectro de frecuencias. La tasa de bits se representa por R.

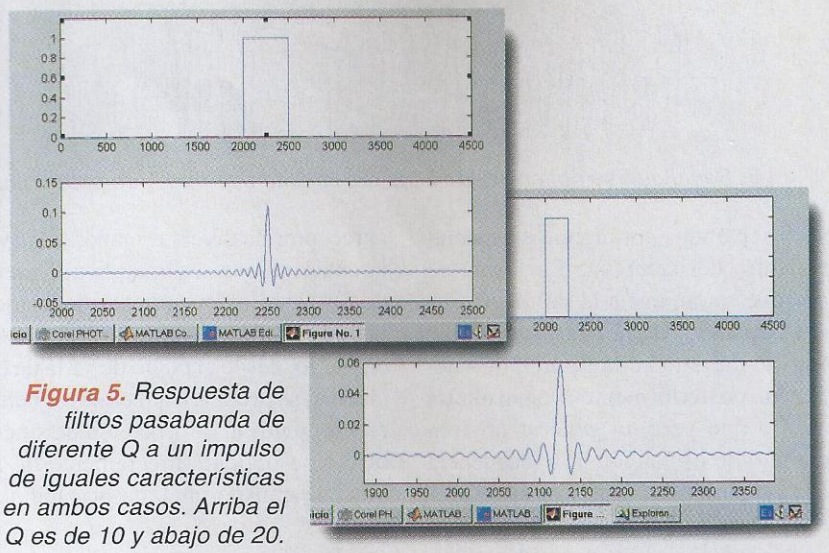


Figura 5. Respuesta de filtros pasabanda de diferente Q a un impulso de iguales características en ambos casos. Arriba el Q es de 10 y abajo de 20.

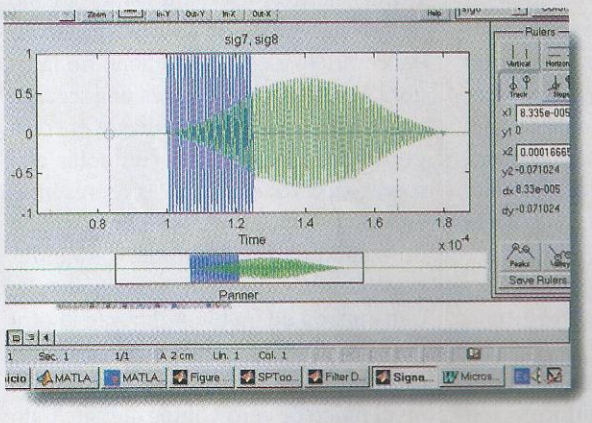


Figura 6. Resultado (azul) de pasar una ráfaga de onda senoidal (rojo) por un filtro pasabanda con Q igual a 10.

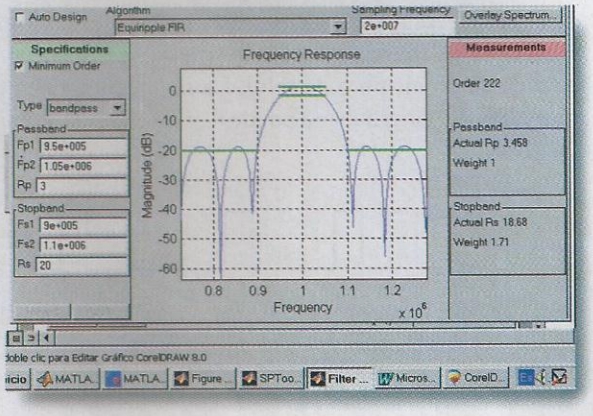


Figura 7. Filtro pasabanda con Q igual a 10

de bits. Así, si se transmite a una velocidad de 1 megabit por segundo, se tendrá una línea espectral a una frecuencia de 1 MHz. Aislando esta componente se tendrá justo la información de reloj necesaria para la sincronización de los bits en el receptor.

El problema con el esquema anterior es que cuando se presentan largas secuencias de ceros, el resultado final es la pérdida de información de sincronismo. Para aliviar el problema de pérdida de sincronismo debido a cadenas largas de datos indeseables, existen diversas técnicas a disposición del diseñador del sistema de comunicaciones, una de las cuales consiste en la reducción del ancho de banda del filtro. Esto conlleva a un aumento en el Q del dispositivo, lo cual se asocia con un efecto de volante, lo que minimiza las variaciones de la amplitud de la senoidal de sincronismo.

El efecto de volante de filtros pasabanda

En sistemas lineales, el comportamiento en el tiempo está ligado al comportamiento en la frecuencia mediante una propiedad conocida como la propiedad de escala. Tal propiedad establece que cuando una señal se comprime en el tiempo, su contenido frecuencial o, su espectro de frecuencias, se expande y viceversa. En concreto, si $f(t)$ es la señal de interés y si $F(\omega)$ es su transformada de Fourier, entonces se tendrá que:

$$f(at) \leftrightarrow \frac{1}{|a|} \mathcal{F}\left(\frac{\omega}{a}\right)$$

en donde la doble flecha se lee en el sentido de izquierda a derecha como "tiene como transformada", y en el sentido contrario, como tiene como "antitransformada". En la figura 5 se muestra la respuesta a un impulso de dos filtros pasabanda de diferente ancho de banda o Q. Observe que la respuesta del filtro con menor ancho de banda es de mayor duración en el tiempo. Esto es lo que posibilita el efecto de volante.

La recuperación de la subportadora

En la figura 6 se muestra el resultado de pasar un corto destello de una onda senoidal que oscila a 1 MHz por un filtro pasabanda de ancho de banda igual a 100 KHz con una frecuencia centro de 1 MHz, esto es, con un Q de 10. La característica del filtro se ilustra en la figura 7. Similarmente, en la figura 8 se muestra la misma situación de la figura 6, excepto que el filtro ahora posee un Q de 50, como se ilustra en la figura 9. En ambos casos, los filtros utilizados son filtros digitales de equirizado y de orden superior a 1000 para producir las características de ancho de banda deseadas.

Si ahora se hace pasar un tren de ráfagas de onda periódicas como el de la figura 3, el resultado será como el de la figura 10 para el caso del filtro con Q de 10, mientras que para el filtro de Q igual a 50 el resultado es como se ilustra en la figura 11. Se observa entonces que en el caso del filtro de mayor Q, es posible sostener la oscilación aún en ausencia de la onda senoidal que la provoca. Esto constituye el denominado efecto de volante del filtro de alto Q. Es posible, si se desea, aumentar el Q del filtro para lograr que la amplitud de la oscilación sea constante independientemente del tiempo que transcurra entre ráfagas de la subportadora.

Conclusiones

Se ha hecho un recuento de las características de calidad de los filtros pasabanda, así como de los elementos circuitales a partir de los cuales se construyen. El objetivo del artículo ha sido el de mostrar la importancia del desempeño del filtro visto desde el punto de vista del dominio del tiempo, lo cual tiende a omitirse en favor de una visión frecuencial de las características del sistema. Queda claro pues, que el elevar el factor de calidad Q del filtro tiene como efecto deseable, en este caso, el de prolongar la respuesta del sistema a la señal de entrada con la cual se le estimule. Debido a la falta de espacio, no se ha hecho la demostración específica del funcionamiento de los filtros de banda angosta para el caso de la extracción del sincronismo en secuencias de bits con formatos de transmisión adecuados, pero el principio de funcionamiento es similar. Ω

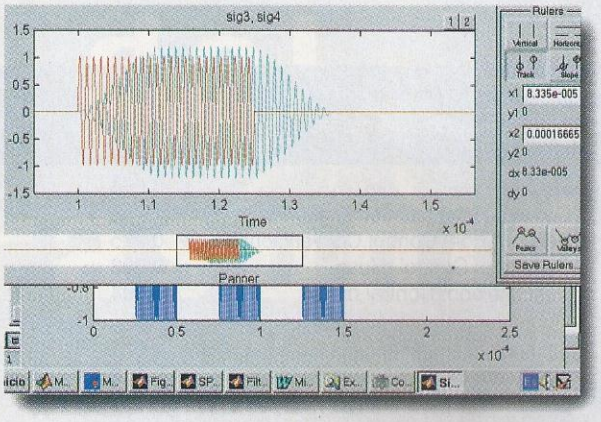


Figura 8. Resultado (verde) de pasar una ráfaga de onda senoidal de 1 MHz (azul) por un filtro pasabanda con Q igual a 50

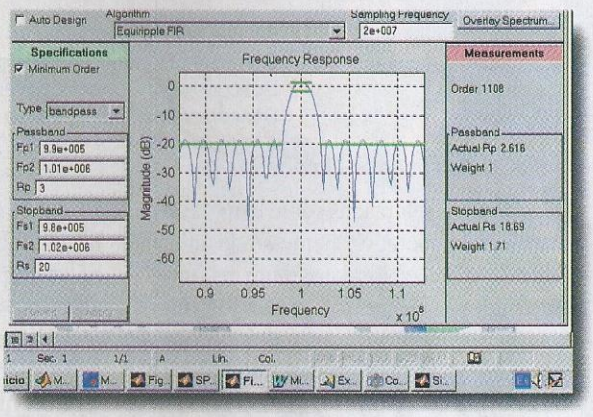


Figura 9. Característica del filtro pasabanda centrado en 1 MHz y con Q de 50

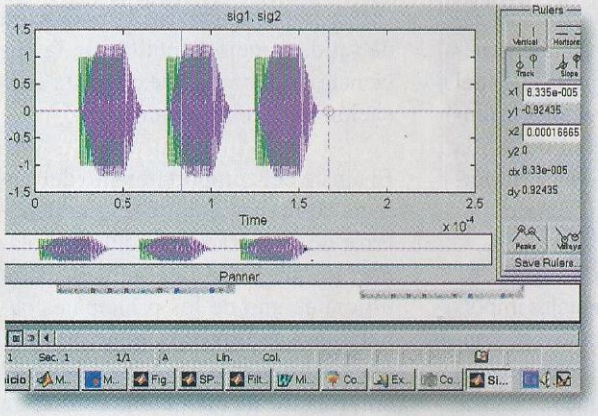


Figura 10. Tren de ráfagas periódicas (verde) que pasa por un filtro de Q igual a 10. El resultado es morado.

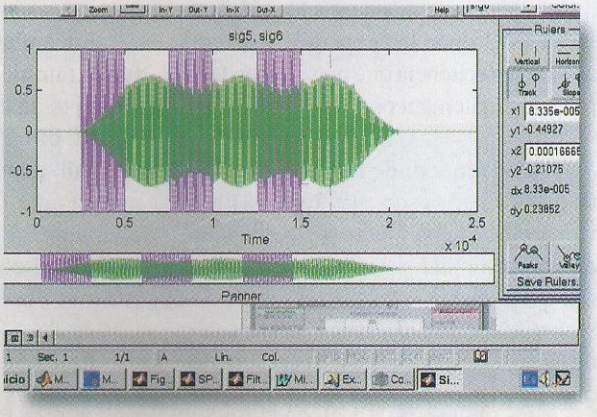


Figura 11. Tren de ráfagas periódicas (azul) que pasan por un filtro con Q de 50

Bibliografía

[1] B. P. Lathi, «Signals, Systems and Communications», John Wiley and Sons, 1990

[2] Ramo, Whinnery and Van Duzer, «Fields and Waves in Communications Electronics», John Wiley and Sons, 1989

[3] Paul H. Young, «Electronic Communiction Techniques», Prentice Hall, 1994

[4] Wayne Tomasi, «Sistemas de Comunicaciones Electrónicas», Prentice Hall 1996

[5] Leon W. Couch, «Digital and Analog Communication Systems», MacMillan Publishing Co., 1993

...Viene de la página 19

Carga	Tipo de funcionamiento	Caída de voltaje (p.u.)	Tiempo de estabilización (s)	Sobrepaso (p.u.)
0.1A	Sin control	0.054	0.882	0
	Conexión: Control Convencional	0.035	0.36	0
	Desconexión: Control Convencional	0.038	0.60	0
	Conexión: Control difuso	0.004	1.42	0
	Desconexión: Control difuso			
0.2A	Sin control	0.087	1.30	0
	Conexión: Control Convencional	0.055	0.57	0
	Desconexión: Control Convencional	0.060	1.23	0.05
	Conexión: Control difuso	0.013	0.66	0
	Desconexión: Control Difuso	0.005	1.50	0
0.3A	Sin control	0.190	1.30	0
	Conexión: Control Convencional	0.100	0.66	0
	Desconexión: Control Convencional	0.115	0.99	0.04
	Desconexión: Control Difuso	0.007	1.92	0

Tabla 2. *Resultados Comparativos*

de las pruebas realizadas sobre el modelo a escala del generador, es mostrada en la **Tabla 2**. Aparecen los datos tanto del funcionamiento sin control, como los obtenidos por medio de un método convencional, y también los datos obtenidos con el controlador difuso.

Con los datos de la **Tabla 2** se comprueba que el RAV Difuso desarrollado garantiza un mejor nivel de voltaje generado. Una de las ventajas apreciables del control difuso en este proyecto es la tendencia a presentar una señal de salida sin sobrepaso, lo cual es muy importante para este tipo de aplicaciones.

Conclusiones

La lógica difusa presenta ventajas importantes con respecto a las técnicas de control tradicional. En primer lugar, permite sintetizar el conocimiento que se tiene de un sistema o proceso en una base de reglas, como resultado de poder expresar dicho conocimiento en un lenguaje similar al usado por los expertos. Esto trae como consecuencia que no se necesite de modelos matemáticos.

Al no requerir de modelos, los controles diseñados son más robustos ante variaciones de parámetros y/o del punto de operación del sistema a controlar, lo que hace que los resultados obtenidos sean más confiables y precisos. De acuerdo al trabajo realizado y los resultados obtenidos se pudo observar lo siguiente:

- El sistema de control difuso muestra notables ventajas como se esperaba, comparado al sistema en lazo abierto y al desarrollado con una técnica de control convencional.

- Una significativa ventaja del controlador difuso es la tendencia del sistema a tener un sobrepaso mínimo. Esta tendencia suaviza la operación de salida y mejora totalmente la eficiencia del sistema, que para esta aplicación lo hace más llamativo.

- El ajuste del comportamiento del sistema se realiza con base al tanteo y error de los parámetros del controlador, lo que le da flexibilidad. Esta última es uno de los principales beneficios que ofrece la lógica difusa, pues permite que una vez definido el controlador mediante una estructura con base a reglas, se realicen cambios y ajustes en ellas.

Sin embargo, los controladores difusos también presentan algunas desventajas, la estabilidad no puede definirse fácilmente por lo que es necesario realizar pruebas para obtener su respuesta ante diferentes condiciones de operación. Por lo tanto, en un momento dado el controlador puede no abarcar todas las posibles situaciones.

Los sistemas difusos pueden ser optimizados analizando su característica de transferencia y la respuesta en el tiempo, además técnicas Neuro Fuzzy así como Algoritmos Genéticos o Evolucionarios, pueden ser usados para crear sistemas más eficientes.

De cualquier modo, la Lógica Difusa ha revolucionado el concepto de control, permitiendo el desarrollo de sistemas y modelos cada vez más expertos e inteligentes. Ω

Bibliografía

[1] ALIZATE G. Alfonso. « Diseño de un regulador automático de voltaje basado en un controlador difuso». Jornadas Iberoamericanas de Sistemas Inteligentes aplicadas al control. Cartagena 1996.

[2] BAEZ, Jesús; SOTO, Rogelio. «Synchronous generator fuzzy logic controller». International symposium on artifical intelligence. Monterrey, Mexico, 1995.

[3] HASAN, Abul R, ULA, A.H.M. «Design and implementation of a fuzzy controller based automatic voltage regulator for a synchronous generator» IEEE trans on energy conversion, vol 9, No.3, sept 1994.

[4] HURTADO R., Luz Ensueño; ROZO H., Yohana. «Regulador Automático de Voltaje Difuso». Tesis de grado. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería eléctrica, Pereira, febrero de 2000

En todo transductor ultrasónico es necesario tener en cuenta las dos zonas de atenuación que se presentan en un patrón de radiación. Las dos zonas son conocidas con los nombres de zona de Fresnel y la zona de Fraunhofer, **figura 3.**

Zona de Fresnel, en la cual no existe mucha dispersión de la señal.

Zona de Fraunhofer, en la cual el haz se dispersa proporcionalmente al cuadrado de la distancia.

La densidad de potencia de la señal a una determinada distancia es la potencia total dividida por el área de la onda frontal (área del disco frontal). Como la distancia aumenta, el área de la onda frontal aumenta proporcional al cuadrado de la distancia.

Por lo tanto la densidad de potencia disminuye proporcional al cuadrado de la distancia.

Hay también atenuación debida a la interacción con los tejidos biológicos y está relacionada a la impedancia acústica de los tejidos.

	Terapia	Diagnóstico
Frecuencia	< 1 MHz	> 1 MHz
Intensidad	0,05 < I <10 W / cm²	10 < I<50 mW / cm²

Tabla 1. Rangos de utilización para propósitos medicinales

La atenuación total está dada por:

$$\alpha = BW + S + A$$

donde,

α es el coeficiente en dB/cms.
BW es la pérdida de la amplitud del rayo.
S pérdida por dispersión.
A pérdida por absorción.

Los valores de la atenuación por absorción dependen tanto de la impedancia acústica como de la frecuencia empleada. En frecuencias cercanas a 2 MHz las pérdidas son pequeñas, pero pueden llegar hasta 5 dB/cm con el aumento de la frecuencia. Por lo tanto no se debe sobrepasar el límite superior a 10 MHz, donde el ultrasonido se emplea con propósitos medicinales.

La generación ultrasónica para efectos medicinales puede ser trasmitida por:

- Magnetotricción
- Electrodinámicamente
- Electroestáticamente
- Piezoeléctricamente

Figura 2. Transductores para generación de imágenes tridimensionales

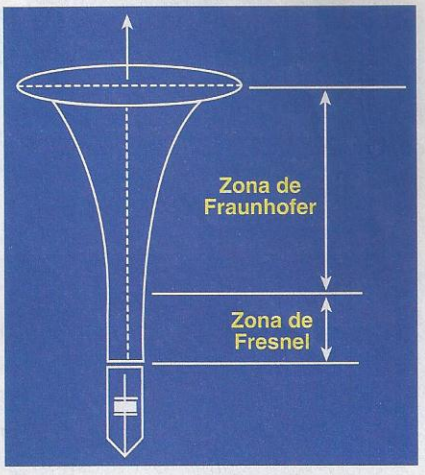


Figura 3. Patrón de radiación unidireccional simplificado

La Magnetotricción consiste en la variación de la longitud y el área de sección de una varilla ferromagnética con la variación del campo externo. El efecto es el resultado de variaciones de frontera de los dominios. Una varilla semejante vibrará longitudinalmente en un campo alterno, especialmente a la frecuencia natural.

La obtención de ultrasonido por efectos electroestáticos y electrodinámicos; tiene como característica principal la frecuencia, aprovechando las propiedades de las cargas eléctricas a nivel estático y de cargas en movimiento en un medio apropiado.

La piezoelectricidad es utilizada partiendo de las condiciones que presentan los materiales como los enunciados al principio del documento. Es la más empleada para condiciones de diagnóstico médico, en especial en la ecografía.

Diferentes procedimientos de medición con ultrasonido

Medición de ultrasonido para determinación de distancia y velocidad. Los dispositivos ultrasónicos emplean diferentes modos de exploración: Exploración A, exploración B, modo M (llamado de tiempo y movimiento, y modo de tiempo real) y el Doppler.

Modo de exploración A. Es el más antiguo de todos los modos de exploración, **figura 4**. Emplea un transductor estacionario para producir un pulso en los tejidos. Traza la exploración de la lectura a lo largo del eje horizontal y traza la amplitud de la señal a lo largo del eje vertical.

Un gran transitorio en la esquina izquierda (a menos que sea suprimido) representa los transitorios transmitidos. El tejido es la interface que el transitorio producirá cerca al campo de dispersión a la derecha del transitorio. Otro transi-

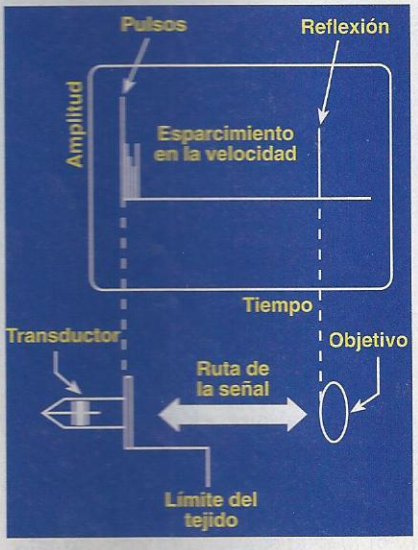


Figura 4. Modo de exploración A

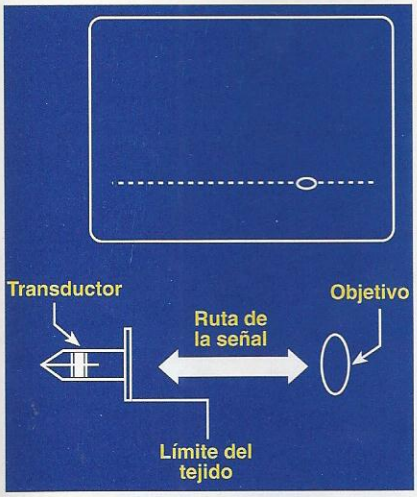


Figura 5. Modo de exploración B

torio representa las reflexiones del blanco dentro de la piel.

Modo de exploración B. Emplea el principio de funcionamiento del modo de exploración A, pero traza la intensidad de la señal de retorno con cambios de brillo, **figura 5.**

La señal del eco es materializada con puntos brillantes, donde la intensidad es proporcional a la amplitud de la señal recibida. Efectuando un barrido manual, mecánico o electrónico por el transductor, se obtiene una imagen bidimensional del órgano explorado.

Modo M. Modo tiempo y movimiento (TM). La exploración hacia atrás y hacia delante no es muy práctica en ultrasonido médico (aunque es usado en ultrasonido industrial, fue utilizado alguna vez en imágenes médicas), **figura 6.**

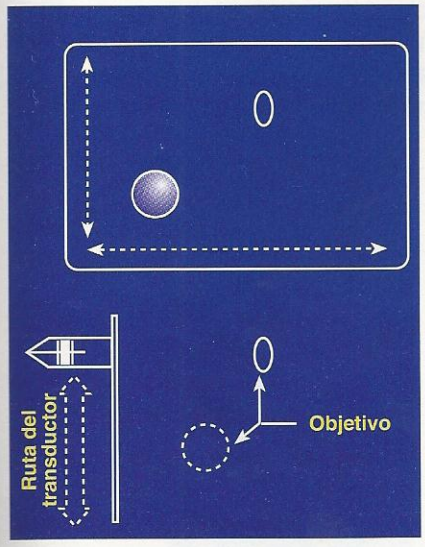


Figura 6. Método de exploración hacia atrás y hacia delante

Una exploración modificada 2D-B aparece en la **figura 7.**

En este método, el transductor está en una posición fija pero mecánicamente explora hacia adelante y hacia atrás, produciendo una región de exploración en forma de V. Este sistema de exploración es similar al visualizador del plano indicador de posición (PPI) usado en radar.

Una exploración en tiempo real es provista por un sistema explorador B, en el cual la rata de exploración de los transductores es bastante rápida para capturar las imágenes de los cuerpos en movimiento. Este tipo de sistema puede capturar el pulso cardíaco sobre la pantalla, permitiendo la observación del movimiento para el médico.

Una alternativa del sistema 2-DB consiste en una red de cristales transductores, alineados en forma de arco, alrededor de la línea central. Esta configuración es una forma de exploración electrónica, **figura 8.**

Al modo tiempo - movimiento (T-M) actualmente se le denomina modo M. Este modo es esencialmente una exploración con tomas sucesivas en el blanco creado por exploración de tiempo de base vertical. La máquina posee un lector de papel, la exploración vertical puede ser producida mecánicamente por medio de papel fotosensible.

Cada posición instantánea en el explorador produce información de profundidad en un eje, tiempo de información en el otro e intensidad de la información con el brillo del visualizador.

Algunos visualizadores modernos a color tienen una etapa adicional para codificar el color de la dirección del flujo.

Conclusión

Se puede observar claramente que, de acuerdo al modo de escanear empleado para la práctica diagnóstica utilizando el ultrasonido, se obtienen beneficios sorprendentes en resolución y nitidez; permitiendo un análisis mucho más confiable, dentro de la práctica médica.

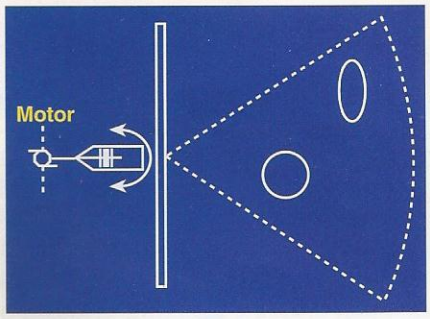


Figura 7. Método de exploración 2-DB

La obtención de ultrasonido por efectos electroestáticos y electrodinámicos; tiene como característica principal la frecuencia, aprovechando las propiedades de las cargas eléctricas a nivel estático y de cargas en movimiento en un medio apropiado.

El Doppler ha permitido avances insospechados dentro de la medicina, luego de todos los beneficios obtenidos dentro de la aviación militar y comercial.

La piezoelectricidad ha permitido mejorar las condiciones de diagnóstico médico, en especial en la ecografía.

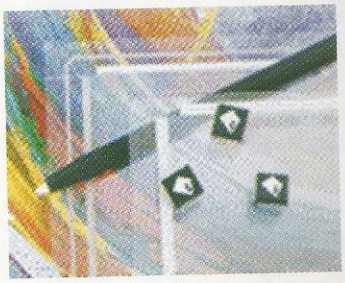
Para la próxima entrega veremos las formas de generación del efecto Doppler continuo, pulsado y a color.

Figura 8. Alternativa 2-DB scan.

Qué hay de nuevo en...

En esta sección se hace referencia a dispositivos novedosos, relacionados con la electrónica y los computadores, que, además de su interes tecnológico, llaman la atención por sus características y servicios prestados, así como por sus usos reales y potenciales. En esta oportunidad nos referiremos a un codificador de tacto para equipos portátiles inalámbricos de usar, una carga programable de 100W de Datel, un recolector de datos (datalogger) de Mountain Energy, un walkman de video digital de Sony, y un terminal Webtv de Internet, también de Sony.

Nuevo codificador de tacto para aplicaciones portátiles inalámbricas



Diseñado para habilitar el uso de punteros manuales en teléfonos celulares, aparatos de conexión a Internet, y otros equipos portátiles inalámbricos, el chip codificador de joysticks miniatura **PixiPoint Z Serial**, de **Usar Systems**, permite a los usuarios de estos productos realizar funciones como seleccionar, ejecutar y arrastrar con el toque de un solo dedo. El dispositivo está equipado con un avanzado algoritmo de control de movimiento y no requiere de drivers especiales. También provee una función **CleanStop**, la cual permite que el cursor se detenga exactamente cuando el usuario lo desea, y una función **EasyDrag**, la cual reduce la velocidad del cursor durante un arrastre, haciéndolo más fácil de manejar. El chip opera con tensiones entre 3 y 5V, consume 3mA, se ofrece en cápsula LQFP de 32 pines y se vende a un precio unitario de 4 dólares en grandes cantidades. Para más información, visite el siguiente website de Internet:

http://www.usar.com

Nuevo video-walkman de formato DV

El nuevo video-walkman **GV-900**, de formato DV (Digital Video), de **Sony**, ofrece hasta 500 líneas de resolución horizontal y está equipado con una pantalla LCD de color de 5.1/2". Además cuenta con un modo de grabación de audio PCM estéreo de 12 ó 16 bits que le permite agregar música o narraciones a sus videos sin afectar la pista sonora original. El equipo mide apenas 6 x 2.5 x 5 .5 pulgadas y pesa menos de un kilogramo. Su precio de introducción en el mercado de los Estados Unidos es de $2,199 dólares. Para más información, visite el sitio web de Sony en la siguiente dirección:

http://www.sony.com

Recolectores de datos (dataloggers) de fácil uso

Diseñados para ser utilizados por personal no técnico, la nueva serie de dataloggers **Log-It**, de **Mountain Energy**, promete cambiar la forma como se recogen y registran datos de sensores en campo. Actualmente formada por el **DH100** y el **AG100**, estas unidades pueden ser fácilmente ensambladas, instaladas, configuradas y leídas bajo condiciones extremas. El **DH100**, en particular, consiste de un collar pequeño y liviano que soporta una gran variedad de sensores *plug-in* y se acopla a tuberías galvanizadas estándares. El **AG100**, por su parte, utiliza canales independientes para registrar datos de cualquier sensor a intervalos desde 10 segundos hasta 24 horas. Ambas unidades pueden almacenar hasta 32,000 puntos de datos, con hora y fecha, y trabajan hasta un año con tres o cuatro baterías de litio tamaño AA. También incluyen una opción de telemetría y sus entradas son compatibles con los estándares industriales de 0-5V y 4-20mA. Los ajustes se realizan por software. Su precio es del orden de US$995. Para más información, visite el sitio web de Mountain Energy en la siguiente dirección de Internet:

http://www.hydropwr.com

Carga electrónica miniatura programable digitalmente

El módulo **DTL2A,** de **Datel**, es una carga de potencia de 100W programable que se conecta al puerto serial de una PC y permite probar remotamente condiciones de carga estáticas y dinámicas de fuentes de alimentación. El dispositivo acepta datos de 12 bits que son procesados por un DAC interno y utilizados para impulsar una fuente de corriente controlada por corriente. La carga puede demandar corrientes desde 0 hasta 20A, programables en incrementos de 5 mA, con voltajes desde 2.5 hasta 50V. El módulo se alimenta a partir de una fuente de 5V, consume apenas 150 mA y tiene una precisión mejor del 1%. Se ofrece en una cápsula de aluminio blindada que mide 2 x 2 x 0.5 pulgadas a un precio unitario de $125 dólares en cantidades de 100. Para más información, visitar el sitio web de Datel:

http://www.datel.com

Nuevo terminal WebTV para conexión a Internet

Con el nuevo terminal WebTV **INT-W250**, de **Sony**, que se conecta a cualquier línea telefónica estándar y a cualquier televisor a través de una entrada de video S, A/V o de RF, todo el maravilloso mundo de Internet, y mucho más, podrá ser ahora suyo desde la comodidad de su sofá favorito. Con él podrá visitar los más excitantes sitios de noticias, deportes, entretenimiento, etc., comprar productos, chatear con expertos y celebridades, conocer con anticipación la programación de TV, grabar programas, enviar y recibir correo electrónico, crear cuentas de e-mail hasta para seis usuarios, imprimir, etc. El sistema maneja menús muy simples e incorpora un módem de 56 kbps, lo cual permite que los sitios buscados aparezcan inmediatamente en la pantalla. Un LED rojo en el panel frontal le recordará que tiene mensajes de e-mail sin leer. Para más información, visite el sitio Web de Sony en la siguiente dirección de Internet:

http://www.sony.com